



# **Climatología urbana por modificación antropogénica en la calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica en Tampico, México**

**Director**

**Dr. D. José Antonio López Martínez**

**Doctorante**

**D. Carlos Alberto Fuentes Pérez**

**DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA – UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

**Sevilla, España**

**Agosto, 2015**





**Climatología urbana por modificación  
antropogénica en la calidad del hábitat y su  
adaptabilidad higrotérmica en Tampico, México**

**Director**

**Dr. D. José Antonio López Martínez**

**Doctorante**

**D. Carlos Alberto Fuentes Pérez**

**Programa de Doctorado**

**FORMACIÓN E INVESTIGACIÓN EN MEDIO AMBIENTE EN EL  
CONTEXTO IBEROAMERICANO**

**DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA - UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

**Agosto, 2015**



# Agradecimientos



## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Sevilla en España y la Universidad Autónoma de Tamaulipas en México por realizar el Programa de Doctorado “Formación e Investigación en Medio Ambiente en el Contexto Iberoamericano”.

De manera especial y generosa al Director de Tesis Dr. D. José Antonio López Martínez por el sustento durante la elaboración del trabajo de investigación, así como su incondicional y permanente apoyo técnico, profesional, y especialmente el espléndido trato personal brindado de amistad.

A la Excelencia Académica de los Coordinadores Dra. Doña Dominga Márquez Fernández, Dr. D. Ricardo Huete Fuertes y al Dr. D. Julio Cabero Almenara, a quienes admiro y respeto.

En específico al Dr. D. Ricardo Huete Fuertes, a quien le manifiesto lo afortunado de conocerle. Por sus palabras de sapiencia, consejos y respaldo incondicional ofrecido.

A mis padres Alicia y Miguel+, hermanas Myrna y Astrid, hermanos Miguel y Octavio, que son personalidades únicas que siempre están en mi corazón.

Haciendo hincapié del principal pilar en mi desenvolvimiento personal y profesional, mi hermana Myrna Alicia, quien es lo mejor que me pudo suceder en la vida, en el camino de la investigación.

A quienes confiaron en mí y sembraron la semilla de la perseverancia en la investigación, entrañables amigos, Dra. Elidé Rosa Staines Orozco, Dr. Agustín Hernández Hernández y al Dr. Héctor Javier González Licón.

Alma Belen...eres lo primero, mi meta, la estrella que me guía, mi realidad.

A quien ha sabido ampararme a la distancia, Dr. José Alberto Ramírez de León.

*A Dios, que siempre me guía, orienta y acompaña en los éxitos alcanzados.*



# Sinopsis



## SINOPSIS

El clima de la ciudad difiere significativamente del que se encuentran a su alrededor. Estas diferencias de modificaciones de la superficie de la tierra que altera la disposición del balance de energía natural, a una escala micro y la concentración de las actividades que generan emisiones antropogénicas, cambian la composición de la atmósfera. Hay que esperar que calidad del hábitat sea especialmente afectada en la vivienda por el cambio climático y la secuela que este pueda causar para la comodidad térmica interior, por lo tanto se vuelve un círculo vicioso, aumenta la temperatura exterior, por consiguiente una crecida de las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a elevar la demanda de energía para la climatización artificial durante las olas de calor del verano.

Esta es la última generación que puede tomar medidas para evitar los peores impactos de la climatología urbana. Es difícil creer que mientras se vive una era de crisis ecológica y climática sin precedentes, no se investigue sobre la climatología urbana por la modificación antropogénica. Suena la campana de alarma una vez más en la emergencia climática. El mejor momento para haber comenzado a afrontar la climatología urbana fue hace al menos dos décadas. El segundo mejor, es en este momento, junto con los factores ambientales conforme las ganancias energéticas caloríficas al interior de la vivienda, al observar y medir las oscilaciones térmicas.

Para el presente trabajo se tomaran en cuenta algunos modeladores de la climatología urbana, hasta llegar a determinar el efecto del microclima al interior de las viviendas estudio de caso, abarcando toda la ciudad de Tampico, México.

La satisfacción ambiental se entiende como el grado de adaptabilidad higrotérmica, donde se realiza cualquier actividad normal en la vivienda y no intervienen los mecanismos termorreguladores del usuario. Esta situación



puede registrarse mediante índices de ganancia o pérdida de calor, determinados en el presente trabajo como la diferencia térmica positiva y la diferencia térmica negativa.

El objetivo de investigación es determinar la climatología urbana por modificación antropogénica en la calidad del hábitat y su grado de adaptabilidad higrotérmica, al interior de la vivienda tradicional y la vivienda común en Tampico, México.

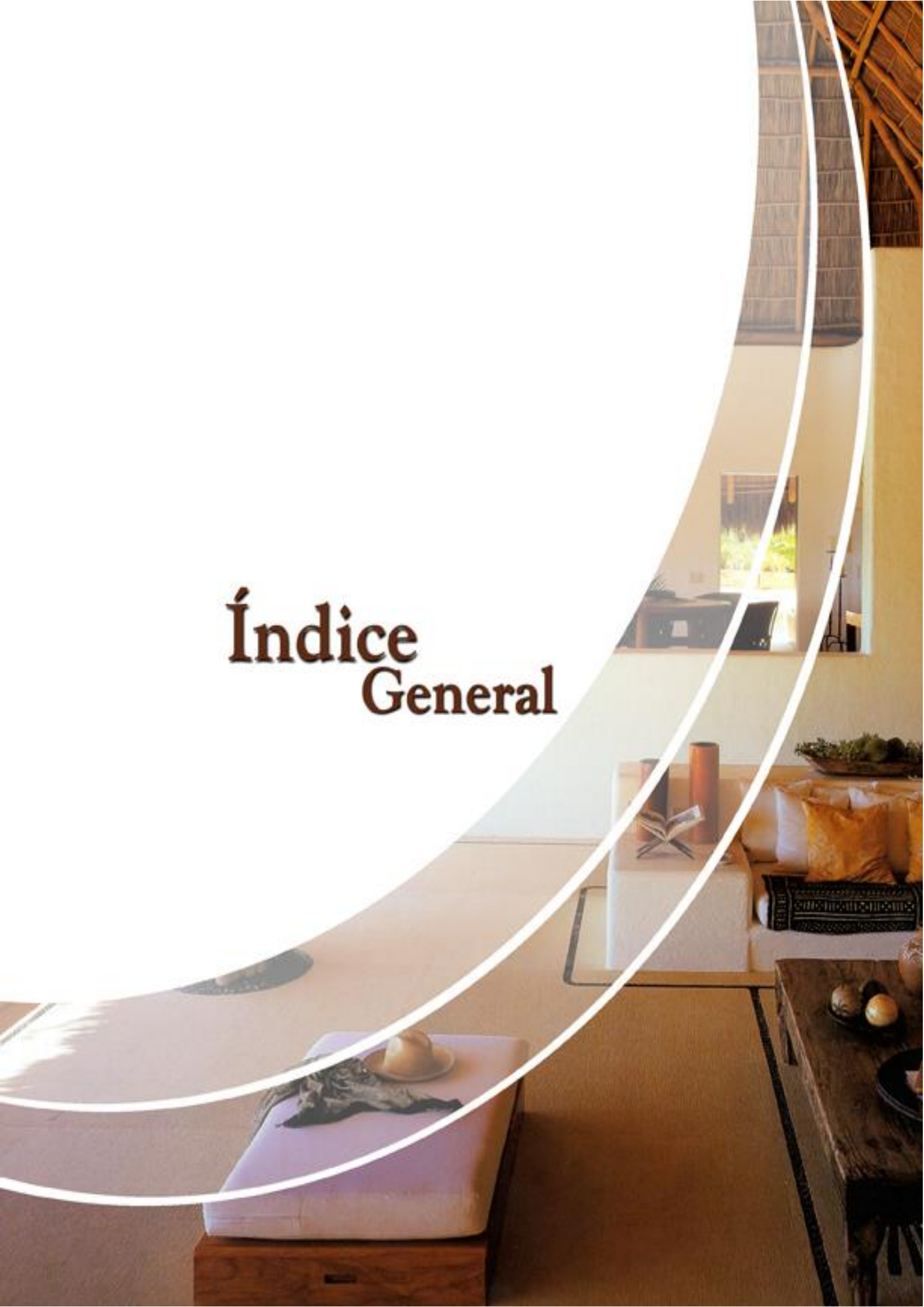
El trabajo es diacrónico, porque analiza el problema de investigación desde su génesis y conformación histórica con una visión de conjunto, que permite establecer las causas verdaderas que lo originan.

La metodología a implementar es de tipo multimodal y por triangulación, ya que los diferentes métodos aplicados ofrecen el acercamiento cuantitativo y cualitativo del objetivo facilitando el análisis y así poder evaluarlo; es una investigación experimental aplicada para identificar patrones de temperatura y humedad relativa solamente, no realizados con anterioridad en la región. Al mismo tiempo, se apoya en varios tipos de estudio para lograr resultados idóneos como el bibliográfico, descriptivo y de campo. El comportamiento térmico es el hilo conductor de la investigación, por medio de los factores que influyen al exterior e interior de las viviendas estudio de caso, por la tendencia de la climatología urbana y sus variaciones en Tampico, México.

Los resultados permiten que los proyectistas accedan a conocer la adaptabilidad higrotérmica de sus obras, en cualquier etapa de la vida útil de la vivienda. Al mismo tiempo, los planificadores urbanos no tienen que participar científicamente para evaluar sus diseños y por lo tanto se puede acelerar el proceso de proyecto sin comprometer el énfasis en el diseño urbano sustentable.

En lo conclusivo con los valores térmicos establecidos, se expone una serie de directrices pendientes por analizar ya que no eran motivo de la presente investigación y al mismo tiempo son aspectos por mejorar el problema de investigación abordado, alcanzando ser sujeto de estudio en futuras investigaciones.

# Índice General





## ÍNDICE GENERAL

|  |             |
|--|-------------|
| <b>AGRADECIMIENTOS</b>   | <b>iii</b>  |
| <b>SINOPSIS</b>  | <b>v</b>    |
| <b>ÍNDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS</b>   | <b>xiii</b> |
| <br>   |             |
| <b>CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN</b>  | <b>1</b>    |
| 1.1 Introducción   | 2           |
| 1.2 Planteamiento del problema   | 6           |
| 1.3 Preguntas de investigación   | 8           |
| 1.4 Formulación del problema   | 8           |
| 1.5 Estudios precedentes de investigación  | 8           |
| 1.6 Justificación  | 10          |
| 1.7 Objetivo general   | 11          |
| 1.8 Objetivos específicos  | 11          |
| 1.9 Hipótesis de investigación   | 12          |
| 1.10 Variables de estudio  | 13          |
| 1.11 Alcance y profundidad   | 14          |
| 1.12 Importancia del estudio   | 14          |
| 1.13 Limitaciones del estudio  | 15          |
| <br>   |             |
| <b>CAPÍTULO II ANÁLISIS DE FUNDAMENTOS</b>   | <b>16</b>   |
| 2.1 Climatología urbana por modificación antropogénica                             | 18          |
| 2.2 Calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica                            | 57          |
| 2.3 Modelos de comodidad de la calidad del hábitat                                 | 97          |
| 2.4 Zona de comodidad térmica, con límites constantes                              | 99          |
| 2.5 Municipio de Tampico, México   | 101         |
| 2.6 Análisis de las viviendas estudio de caso en Tampico, México                   | 115         |
| <br>   |             |
| <b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA</b>  | <b>160</b>  |
| 3.1 Fundamentos metodológicos  | 161         |
| 3.2 Climatología urbana por modificación antropogénica                             | 163         |
| 3.3 Zona de estudio de la climatología urbana                                      | 164         |
| 3.4 Investigación experimental para la climatología por modificación antropogénica | 165         |
| 3.5 Calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica                            | 170         |
| 3.6 Zona de estudio de la vivienda tradicional y la común                          | 170         |
| 3.7 Fundamentación de la vivienda tradicional                                      | 171         |
| 3.8 Fundamentación de la vivienda común  | 172         |

|                    |   |            |
|--------------------|---|------------|
| 3.9                | Primera selección de la vivienda tradicional  | 173        |
| 3.10               | Primera selección vivienda común  | 174        |
| 3.11               | Entrevista con los propietarios y usuarios de las viviendas   | 179        |
| 3.12               | Selección final de la vivienda tradicional y común  | 180        |
| 3.13               | Elaboración de ficha tipológica   | 186        |
| 3.14               | Investigación experimental aplicada para la adaptabilidad higrotérmica  | 186        |
| 3.15               | Evaluación de la calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica  | 187        |
| 3.16               | Instalación de los instrumentos de medición al interior   | 188        |
| 3.17               | HOBO U23 Pro v2 para intemperie   | 194        |
| 3.18               | Hoboware software y Estación Base Óptica U-4  | 196        |
| 3.19               | Bitácora diaria de monitoreo  | 197        |
| 3.20               | Elaboración de gráficos higrotérmicos   | 199        |
| 3.21               | Estrategias de adaptabilidad higrotérmica   | 200        |
| 3.22               | Clasificación higrotérmica del espacio  | 200        |
| 3.23               | Coeficiente estadístico de correlación de los valores térmicos  | 200        |
| <b>CAPÍTULO IV</b> | <b>RESULTADOS</b>   | <b>202</b> |
| 4.1                | Climatología urbana por modificación antropogénica  | 203        |
| 4.2                | Calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica   | 214        |
| 4.3                | Vivienda tradicional N° 1   | 215        |
| 4.4                | Vivienda tradicional N° 4   | 258        |
| 4.5                | Vivienda común N° 15  | 301        |
| 4.6                | Vivienda común N° 16  | 344        |
| 4.7                | Adaptabilidad anual de temperatura media mensual en zona de comodidad constante de las viviendas estudio de caso, 2014  | 387        |
| 4.8                | Adaptabilidad anual humedad relativa media mensual zona de comodidad constante de las viviendas estudio de caso, 2014   | 392        |
| 4.9                | Adaptabilidad anual de la temperatura en día típico medio mensual en zona de comodidad constante de las viviendas estudio de caso, 2014                                 | 397        |
| 4.10               | Adaptabilidad anual de humedad relativa media mensual zona de comodidad constante de las viviendas estudio de caso 2014   | 402        |
| 4.11               | Diferencias térmicas con respecto a la demasía y pérdida y su adaptabilidad higrotérmica de temperatura media mensual al interior de las viviendas estudio de caso 2014 | 407        |
| 4.12               | Oscilaciones térmicas con respecto a la temperatura y humedad relativa media hora-mes en las viviendas estudio de caso 2014   | 408        |
| <b>CAPÍTULO V.</b> | <b>CONCLUSIONES</b>   | <b>416</b> |
| 5.1                | Conclusiones del análisis climático histórico   | 418        |
| 5.2                | Conclusiones de la distribución de nodos  | 420        |
| 5.3                | Conclusiones de los mapas de isotermas y transectos en límite urbano  | 421        |



|                     |   |            |
|---------------------|---|------------|
| <b>5.4</b>          | Conclusiones de las islas de calor urbano y su escala térmica   | <b>423</b> |
| <b>5.5</b>          | Conclusiones del perfil térmico longitudinal del transecto Norte-Sur  | <b>425</b> |
| <b>5.6</b>          | Conclusiones del perfil térmico longitudinal Norte-Sur con las islas de calor   | <b>427</b> |
| <b>5.7</b>          | Conclusiones de la calidad del hábitat  | <b>428</b> |
| <b>5.8</b>          | Conclusiones del grado de adaptabilidad higrotérmica de las viviendas estudio de caso   | <b>432</b> |
| <b>5.9</b>          | Conclusiones del diferencial de amplitud de temperatura y humedad relativa, la oscilación del día típico medio mensual interior-exterior y la diferencia térmica negativa y positiva de las viviendas estudio de caso | <b>439</b> |
| <b>5.10</b>         | Conclusiones del análisis de temperatura y humedad relativa media según hora-mes de las viviendas estudio de caso   | <b>448</b> |
| <b>ANEXOS</b>       |   | <b>456</b> |
| <b>Anexo N° 1</b>   | Tabla de valores de metabolismo, Met  | <b>457</b> |
| <b>Anexo N° 2</b>   | Tabla de valores, Clo   | <b>460</b> |
| <b>Anexo N° 3</b>   | Fichas tipológicas de las viviendas tradicionales y comunes   | <b>464</b> |
| <b>Anexo N° 4</b>   | Sistemas constructivos de la vivienda común   | <b>504</b> |
| <b>GLOSARIO</b>     |   | <b>513</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> |   | <b>519</b> |

# Índice de gráficos



## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y TABLAS

### Capítulo I.

#### Gráficos

|       |  |    |
|-------|--|----|
| Nº 01 | Tampico, México  | 5  |
| Nº 02 | Esquema de variables, instrumentos e indicadores de la hipótesis | 12 |

### Capítulo II.

#### Gráficos

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Nº 01    | Relación del aumento de temperatura del período 1880-2014                        | 19 |
| Nº 02    | Tendencia de 1915-2014. +0.82°C siglo  | 20 |
| Nº 03    | Concentración de CO <sub>2</sub> en la atmosfera terrestre. Últimos 800,000 años | 21 |
| Nº 04    | Urbanización mundial al 2030   | 25 |
| Nº 05    | Regiones climáticas de la República Mexicana y ubicación de Tampico              | 27 |
| Nº 06    | Temperatura y humedad relativa media anual de 1989-2013                          | 30 |
| Nº 07    | Temperatura y humedad relativa media mensual de 1989-2013                        | 31 |
| Nº 08    | Precipitación estándar media anual en mm de 1989-2013                            | 32 |
| Nº 09    | Precipitación estándar media mensual en mm de 1989-2013                          | 33 |
| Nº 10    | Velocidad media anual vientos dominantes y reinantes m/s 1989-2013               | 34 |
| Nº 11    | Velocidad media mensual de vientos dominantes y reinantes m/s 1989-2013          | 35 |
| Nº 12    | Dirección de los vientos dominantes  | 36 |
| Nº 13    | Dirección de los vientos reinantes   | 36 |
| Nº 14    | Temperatura del aire y Humedad relativa media mensual 2014                       | 37 |
| Nº 15    | Boceto de la capa límite y el palio urbano                                       | 40 |
| Nº 16    | Boceto esquemático de un cañón urbano  | 41 |
| Nº 17    | Zona de estudio en Londres, Inglaterra   | 44 |
| Nº 18    | Zona de estudio en Teramo en la Región de Abruzzo, Italia                        | 45 |
| Nº 19    | Temperatura atmosférica en "Caso Base"   | 46 |
| Nº 20    | Temperatura atmosférica en "Caso Fresco"   | 46 |
| Nº 21    | Temperatura atmosférica en "Caso Verde"  | 46 |
| Nº 22    | Zona de estudio y la temperatura del aire en Vancouver, Canadá                   | 47 |
| Nº 23    | Plazas Zonas de Estudio en Creta, Grecia   | 48 |
| Nº 24    | Zonas urbanas y puntos de monitoreo en Glasgow, Reino Unido                      | 49 |
| Nº 25    | Ubicación y descripción del Factor Vista de Cielo                                | 50 |
| Nº 26    | Ubicación de los puntos de medición en el Parque de Beijing, China               | 51 |
| Nº 27-29 | Esquema de distribución de la densidad del dosel con ArcView SIG 3.2.            | 51 |
| Nº 30    | Zona de estudio en el centro de Missouri, EE.UU.                                 | 52 |
| Nº 31    | Zona de estudio en Phoenix, Arizona EE.UU.                                       | 53 |
| Nº 32    | Mapas de los archivos de entrada para el ENVI-met                                | 53 |
| Nº 33    | Distribución de la temperatura del escenario urbano                              | 54 |
| Nº 34    | Distribución de nodos urbanos de San Juan, Argentina                             | 55 |
| Nº 35    | Recorridos para mediciones climáticas itinerantes                                | 55 |
| Nº 36-37 | Isotermas de verano e invierno y el límite urbano                                | 56 |
| Nº 38-39 | Islas de calor en verano e invierno y el límite urbano                           | 56 |
| Nº 40    | Onda de temperatura de frecuencia $\eta$ En el exterior e interior               | 74 |



|       |  |     |
|-------|--|-----|
| Nº 41 | Conducción térmica en la vivienda  | 75  |
| Nº 42 | Convección térmica en la vivienda  | 76  |
| Nº 43 | Radiación térmica en la vivienda   | 77  |
| Nº 44 | Diagrama psicométrico o ábaco de Mollier                                 | 84  |
| Nº 45 | Diagrama ASHRAE-KSU de temperaturas efectivas                            | 85  |
| Nº 46 | Carta psicométrica de A.J. Marsh   | 87  |
| Nº 47 | Diagrama bioclimático de Olgyay, Víctor                                  | 89  |
| Nº 48 | Diagrama bioclimático adaptativo de Nahmad, Moisés                       | 90  |
| Nº 49 | Ábaco psicométrico de Givoni, Baruch                                     | 91  |
| Nº 50 | Diagrama de adaptabilidad bioclimática de Lechner, Norbert               | 92  |
| Nº 51 | Clasificación adaptativa bioclimática de la vivienda de Lechner, Norbert | 96  |
| Nº 52 | Crecimiento urbano en Tampico, México                                    | 102 |
| Nº 53 | Vegetación y uso del suelo en Tampico, México                            | 104 |
| Nº 54 | Modelado del terreno en Tampico, México                                  | 105 |
| Nº 55 | Subcuencas hidrológicas en Tampico, México                               | 108 |
| Nº 56 | Estructura vial en Tampico, México                                       | 112 |
| Nº 57 | Corredores urbanos en Tampico, México                                    | 115 |
| Nº 58 | Segundo Cuadro de la Zona Centro de Tampico, México                      | 117 |
| Nº 59 | Boceto de cimiento de piedra brasa de la vivienda tradicional            | 120 |
| Nº 60 | Desplante de muro de ladrillo de milpa de vivienda tradicional           | 122 |
| Nº 61 | Boceto de detalle de bóveda curva o catalana de la vivienda tradicional  | 124 |
| Nº 62 | Fachada Principal de la vivienda tradicional                             | 125 |
| Nº 63 | Planta Arquitectónica típica de la vivienda tradicional                  | 126 |
| Nº 64 | Corte transversal A – A' de la vivienda tradicional                      | 128 |
| Nº 65 | Colindancias de la vivienda tradicional estudio de caso                  | 129 |
| Nº 66 | Contexto urbano de la vivienda estudio de caso                           | 130 |
| Nº 67 | Entorno a los patios traseros de la vivienda estudio de caso             | 131 |
| Nº 68 | Corredor lateral de la vivienda tradicional estudio de caso              | 132 |
| Nº 69 | Ventanales de tres hojas de la vivienda tradicional                      | 133 |
| Nº 70 | Interior de la vivienda tradicional                                      | 134 |
| Nº 71 | Fachada Principal de la vivienda tradicional tipo cuartería              | 136 |
| Nº 72 | Planta Arquitectónica de la vivienda tradicional tipo cuartería          | 137 |
| Nº 73 | Corte longitudinal B – B' de la vivienda tipo cuartería                  | 138 |
| Nº 74 | Colindancias de la vivienda tradicional cuartería estudio de caso        | 139 |
| Nº 75 | Contexto urbano de la vivienda tradicional estudio de caso               | 140 |
| Nº 76 | Entorno a los patios traseros de la vivienda estudio de caso             | 141 |
| Nº 77 | Norte de la Ciudad de Tampico, México                                    | 144 |
| Nº 78 | Explosión de sistemas constructivos vivienda común de Tampico, México    | 146 |
| Nº 79 | Fachada principal de la vivienda común                                   | 147 |
| Nº 80 | Plantas Arquitectónicas típicas de la vivienda común                     | 148 |
| Nº 81 | Corte longitudinal B – B' de la vivienda común                           | 150 |
| Nº 82 | Colindancias de la vivienda común estudio de caso                        | 151 |
| Nº 83 | Contexto urbano de la vivienda estudio de caso                           | 152 |
| Nº 84 | Fachada Principal de la vivienda común                                   | 153 |
| Nº 85 | Plantas Arquitectónicas típicas de la vivienda común                     | 155 |
| Nº 86 | Corte longitudinal B – B' de la vivienda común                           | 156 |
| Nº 87 | Colindancias de la vivienda común estudio de caso                        | 157 |
| Nº 88 | Contexto urbano de la vivienda estudio de caso                           | 158 |

### **Tablas**

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| Nº 01 | Reacción por variación de la velocidad del aire                        | 60  |
| Nº 02 | Condiciones para la comodidad higrotérmica según Norma ISO 7730        | 61  |
| Nº 03 | Sensación higrotérmica en un ambiente                                  | 62  |
| Nº 04 | Parámetros de masa de aire húmedo                                      | 86  |
| Nº 05 | Medio físico natural, vegetación y uso del suelo                       | 104 |
| Nº 06 | Medio físico natural edafológico                                       | 106 |
| Nº 07 | Escenarios demográficos 2010-2030                                      | 109 |
| Nº 08 | Indicadores básicos de la estructura de Integración de Tampico, México | 110 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| Nº 09 | Dosificación de usos del suelo urbano                            | 111 |
| Nº 10 | Clasificación de las viviendas, por tipología                    | 114 |
| Nº 11 | Estimación de vivienda para el municipio en el período 2015-2030 | 114 |

## Capítulo III.

### Gráficos

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| Nº 01 | Zona de estudio de la climatología urbana en Tampico, México  | 164 |
| Nº 02 | Transectos en Tampico, México   | 167 |
| Nº 03 | Zonas de estudio de las viviendas estudio de caso en Tampico, México  | 170 |
| Nº 04 | Viviendas tradicionales en el segundo cuadro de Tampico, México   | 174 |
| Nº 05 | Viviendas comunes en el Fraccionamiento Colinas de San Gerardo  | 176 |
| Nº 06 | Viviendas comunes estudio de caso en la Colonia La Paz  | 177 |
| Nº 07 | Viviendas comunes estudio de caso en la Colonia Laguna de la Puerta   | 178 |
| Nº 08 | Vivienda común estudio de caso en la Colonia Las Américas   | 179 |
| Nº 09 | Vista aérea de la zona de estudio y vivienda tradicional definitivas  | 181 |
| Nº 10 | Vista aérea de la zona de estudio y vivienda común en el Fraccionamiento Colinas de San Gerardo definitivas | 182 |
| Nº 11 | Vista aérea de la zona de estudio y vivienda común en la Colonia La Paz definitivas                         | 183 |
| Nº 12 | Vista aérea de la zona de estudio de la vivienda común en la Colonia Laguna De la Puerta definitivas        | 184 |
| Nº 13 | Vista aérea de la zona de estudio de la vivienda común en la Colonia Las Américas definitiva                | 185 |
| Nº 14 | Instrumentos de medición Hobo's U10-003 data logger, para interiores  | 188 |
| Nº 15 | Variación de temperaturas entre las diferentes estructuras de protección                                    | 189 |
| Nº 16 | Estructura de protección de los Hobo's U10-003 data logger  | 190 |
| Nº 17 | Instrumentos de medición Hobo's U23 Pro v2 data logger  | 194 |
| Nº 18 | Estación base óptica U-4  | 197 |

### Tablas

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| Nº 01 | Primera selección de las viviendas tradicionales estudio de caso | 173 |
| Nº 02 | Primera selección de las viviendas comunes estudio de caso       | 175 |
| Nº 03 | Viviendas tradicionales estudio de casos definitivos             | 180 |
| Nº 04 | Viviendas comunes estudio de casos definitivos                   | 182 |
| Nº 05 | Hobo's en las viviendas tradicionales estudio de caso            | 192 |
| Nº 06 | Hobo's en las viviendas comunes estudio de caso                  | 193 |

## Capítulo IV.

### Gráficos

|            |   |         |
|------------|---|---------|
| Nº 001     | Distribución de nodos de la traza urbana          | 205     |
| Nº 002     | Mapa de isotermas de invierno y límite urbano     | 206     |
| Nº 003     | Mapa de isotermas de verano y límite urbano       | 207     |
| Nº 004     | Islas de calor de invierno y su escala térmica    | 208     |
| Nº 005     | Islas de calor de verano y su escala térmica      | 209     |
| Nº 006     | Perfil térmico del transecto Norte-Sur en enero   | 210     |
| Nº 007     | Perfil térmico del transecto Norte-Sur en agosto  | 211     |
| Nº 008     | Perfil térmico longitudinal Norte-Sur en invierno | 212     |
| Nº 009     | Perfil térmico longitudinal Norte-Sur en verano   | 213     |
| Nº 010-030 | Vivienda tradicional Nº 1                         | 215-257 |

|            |  |         |
|------------|--|---------|
| N° 031-051 | Vivienda tradicional N° 4  | 258-300 |
| N° 052-072 | Vivienda común N° 15   | 301-343 |
| N° 073-093 | Vivienda común N° 16   | 344-386 |
| N° 094-096 | Adaptabilidad anual de la temperatura media mensual en zona de comodidad constante viviendas estudio de caso en 2014   | 387-391 |
| N° 097-099 | Adaptabilidad anual de humedad media mensual en zona de comodidad constante viviendas estudio de caso en 2014  | 392-396 |
| N° 100-102 | Adaptabilidad anual de temperatura en día típico en zona de comodidad constante viviendas estudio de caso en 2014  | 397-401 |
| N° 103-105 | Adaptabilidad anual de humedad en día típico en zona de comodidad constante viviendas estudio de caso en 2014  | 402-406 |
| N° 106-107 | Diferencias térmicas con respecto a la demasía y pérdida, su adaptabilidad higrotérmica anual de temperatura media mensual / día típico al interior de las viviendas estudio de caso | 407     |
| N° 108-123 | Oscilaciones térmicas con respecto a la temperatura y humedad relativa media según hora-mes de las viviendas estudio de caso en 2014   | 408-415 |

### ***Tablas***

|            |                           |         |
|------------|---------------------------|---------|
| N° 001-012 | Vivienda tradicional N° 1 | 217-254 |
| N° 013-024 | Vivienda tradicional N° 4 | 260-297 |
| N° 025-036 | Vivienda común N° 15      | 303-340 |
| N° 037-048 | Vivienda común N° 16      | 346-383 |

## **Conclusiones.**

### ***Gráficos***

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| N° 01 | Viviendas estudio de caso, su emplazamiento con orientación | 432 |
|-------|---|-----|



# Capítulo I



## **CAPÍTULO I**

### **FUNDAMENTACIÓN**

Climatología urbana por modificación antropogénica en la calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica en Tampico, México

#### **1.1 Introducción**

La acción transformadora del espacio natural sobre el que se realiza el emplazamiento de la ciudad, llega a ser productora en gran medida de sus propias condiciones ambientales, incluida la climatología urbana.

El riesgo de sobrecalentamiento para Taylor et al (2014), en las viviendas se prevé que aumente debido al cambio climático antropogénico y la modificación del clima urbano local que conduce a un aumento del efecto isla de calor urbano. Características de la vivienda como su geometría, orientación, aspecto, vidrio y los sistemas envolventes de construcción tales como la masa térmica y resistencia pueden influir en dicho riesgo de sobrecalentamiento.

El efecto isla de calor urbano a decir de Giannaros, Melas, Daglis y Keramitsoglou (2014), es una forma destacada de modificación climática antropogénica localizada. Representa una dificultad significativa al clima urbano ya que se produce en la capa de la atmósfera donde las actividades humanas se llevan a cabo. Por estas razones el estudio del clima es de utilidad a la hora de mejorar la calidad del hábitat de sus habitantes.

Realizando un estudio del campo térmico superficial de la zona urbana se puede mejorar la morfología de la ciudad, introduciendo materiales de construcción adecuados y haciendo un rediseño de las zonas verdes, entre otras. Con ello se podrán lograr temperaturas más suaves, que ayudaran a mantener los niveles térmicos fuera de los límites de riesgo para la salud.

A la hora de hacer un estudio climático los factores principales a tener en cuenta son: La morfología de la ciudad, las variables meteorológicas, la contaminación atmosférica, y los materiales y sistemas constructivos utilizados también influyen. Por lo tanto, las islas de calor son consideradas como indicadores de degradación ambiental tanto a escala local como global, en la medida que participan en la producción de condiciones adversas para la salud de la población y de los ecosistemas, como en los procesos de calentamiento global.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), “define a la comodidad, como un estado de bienestar físico, mental y social”. Un ambiente térmicamente ideal es aquel en que los usuarios expresan una sensación de estado neutro, en el cual el cuerpo no necesita tomar ninguna acción en particular para mantener su propio balance térmico. De igual forma, las Normas ISO 7730, y la EN-27730 que vienen a ser la referencia a aplicar para valoraciones de calidad del hábitat, expresan que “el comportamiento térmico es determinado como la condición mental que expresa satisfacción con el ambiente”.

En fisiología, “dicha satisfacción ambiental se entiende como el grado de adaptabilidad higrotérmica”, donde expresan Li y Babcock (2014), “la higrotérmia es la realización de cualquier actividad normal en la vivienda y en donde no intervienen los mecanismos termorreguladores del usuario”. Esta situación puede registrarse mediante índices de ganancia o pérdida de calor, determinados en el presente trabajo como la diferencia térmica positiva y la diferencia térmica negativa, que no deben ser sobrepasados para que no se pongan en funcionamiento los sistemas termoreguladores como el metabolismo y la sudoración entre otros.

La presente investigación, tiene como finalidad conocer la climatología urbana por modificación antropogénica y los factores ambientales conforme las ganancias energéticas caloríficas de la vivienda tradicional y común al observar y medir la oscilación de las condiciones del ambiente interior.

Las tipologías estudio de caso de la presente investigación, para determinar la calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica son: en primera instancia la vivienda tradicional, que es herencia arquitectónica de la amalgama de población, que transitó por la ciudad de Tampico México a través del tiempo, con ausencia de arquitectos y la repetición de modelos constructivos que se van adaptando al clima de su época, aportando soluciones constructivas de mayor o menor complejidad, como en cuanto a su emplazamiento, la trabazón de la fábrica de muro de tabique, las armaduras y las cubiertas de bóveda catalana. En donde para Sánchez (1998), la vivienda tradicional de principios del Siglo XX dispone de características tipológicas bien definidas y se edifica de 1920 a 1950; emplazada en la Zona Centro al Sur de la ciudad.

En una segunda instancia está la vivienda común que a decir de Varela (2006), es la producción masiva de la arquitectura y por lo tanto es la vivienda industrializada y estandarizada o de interés social construida de 1980 a 2014; situada al Norte de la ciudad en Tampico, México.

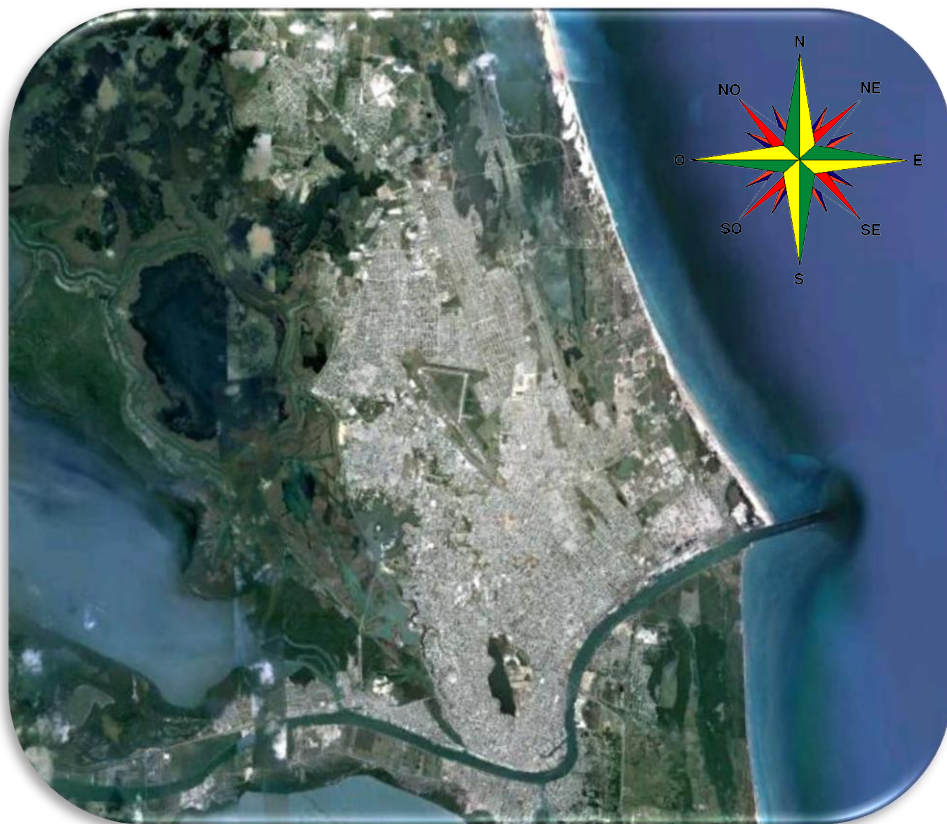
A decir de Ramaswami, et al (2012), la utilización de materiales industrializados da un valor agregado significativo a las obras de vivienda, consolidándose no sólo por el deseo de progresar, sino también por la intención de mejorar el hábitat de ese periodo. Partiendo de que era una nueva arquitectura y sistemas constructivos que se toman como propios, dando la aceptación de reflejar su carácter, el primer reto a que se enfrenta la ciudad es hacer evolucionar su cultura sin perder su identidad, pero poco se logra, ya que se aceptan como propios los sistemas constructivos de otros lugares, perdiendo de vista las características climatológicas de la zona, logrando una semejanza a otras culturas, que por considerarse modernas en su tiempo se creyeron mejores que las propias.



El clima en Tampico, México es de tipo tropical, subhúmedo, cálido y extremoso. Sus coordenadas son Latitud Norte  $22^{\circ} 12' 00''$  y  $97^{\circ} 51' 22''$  longitud Oeste del meridiano de Greenwich, se eleva solamente unos 12 metros sobre el nivel del mar. Para CONAGUA (2015), el comportamiento de temperatura mensual media alta en 2014 es  $30.10^{\circ}\text{C}$  con un diferencial térmico superior de  $+1.50^{\circ}\text{C}$  en contraste con el análisis climático histórico de los últimos 25 años.

Tampico, México al Norte colinda con el Municipio de Altamira, por el Sur con el de Pueblo Viejo, Veracruz y por el Este con el de Madero, a corta distancia del Golfo de México. Su territorio cubre  $96.00 \text{ km}^2$ , donde el 63.00% son cuerpos de agua, y es el 0.09% de la superficie del Estado de Tamaulipas. Al Oeste, con el sistema lagunario en contacto con el Río Pánuco, como se aprecia en el gráfico N° 1.

Gráfico N° 1  
**Tampico, México**



**FUENTE:** Google Earth Pro (2014).

El título de la ciudad de Tampico, México se remonta a diciembre 15 de 1828 otorgado por el Congreso Constituyente del Estado, donde para Sánchez (1998), el vocablo Tampico está compuesto por dos voces huastecas: la preposición Tam, equivalente a tlan y can del idioma mexicana, que unida a un sustantivo significa “en”, “lugar de”, o “lugar donde abunda algo”, y el sustantivo pico, cuyo significado es “perro”.

Sin embargo resulta poco acertado traducirlo literalmente, ya que las toponimias huastecas no son muy prolijas y si con las lenguas se pretende caracterizar a una localidad con su denominación, resulta perfectamente lógico que el vocablo Tampico signifique más bien, lugar de perros de agua, o lugar de nutrias, mamíferos acuáticos tan parecidos al perro que hasta emiten pequeños ladridos, aunque con dificultad.

## 1.2 Planteamiento del problema

La evolución del hombre se realiza gracias a su extraordinaria capacidad de adaptación al medio. Pero el ser humano vive de espaldas a la naturaleza desde la revolución industrial, los cambios introducidos por el hombre tan sólo en la arquitectura modifican los ciclos naturales del equilibrio en la biosfera por las fuentes de emisión de CO<sub>2</sub>.

Señales de alarma que anuncian una situación muy distinta a la de los predecesores del planeta, comienza con la primera conferencia sobre la biosfera promovida por la Organización de Naciones Unidas (ONU) en París (1968), está centrada principalmente en analizar las reservas de energía de que dispone el globo para mantener el ritmo de crecimiento de la época. Asimismo de 1972 a 1980 se editan cuatro Informes del Club de Roma formado por un grupo de científicos que publican sobre la situación del planeta, el rápido proceso industrial y sus efectos sobre el afectamiento de los recursos naturales por la producción de CO<sub>2</sub>.

Asimismo, el llamado desarrollo sustentable, término acuñado definitivamente en el Informe denominado “Nuestro futuro común de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo” y es conocido

como Informe Brundtland de Estocolmo Suecia, encargado por la Organización de las Naciones Unidas (1987).

El concepto de desarrollo sustentable “se expresa como la idea de satisfacer las necesidades sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras”. A lo agregado en los encuentros de la tercera Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, Brasil (1992), y en donde los países industrializados firman el Protocolo de Kyoto (1997), para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> al 2012.

De la misma manera, expone la Agencia de Evaluación Ambiental de los Países Bajos, en su documento de “Tendencias en las emisiones globales de CO<sub>2</sub>: Reporte 2013”, que los países que representan más de una quinta parte del total de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>, son Corea del Sur con una cuota del 1.80%, e Indonesia y México 1.40% cada uno. Después de la recuperación económica en la mayoría de estos países tras la recesión de 2009, un gran aumento en las emisiones de CO<sub>2</sub> se registró en 2010.

Las emisiones totales de CO<sub>2</sub> en estos países en desarrollo aumentaron en un 2.90% en 2011 y 2.50% en 2012, por debajo del gran salto de 5.50% en 2010, tras la recuperación de la economía en estos países después de la recesión mundial de 2009. De los más grandes de estos países, los niveles de emisión de CO<sub>2</sub> en Corea del Sur e Indonesia no cambiaron en 2012, en comparación con 2011, pero los aumentos se observaron en Arabia Saudita 7.00%, México 4.00% y Brasil e Irán ambos 2.00%.

Por lo tanto, la Directiva 2010/31 de la Unión Europea, establece que a más tardar del 31 de diciembre de 2020 todos los edificios nuevos deben ser de consumo de energía casi nulo, y después del 31 de diciembre de 2018 los edificios nuevos que estén ocupados y de propiedad de autoridades públicas sean de consumo de energía casi nulo.

A estos nuevos ambientes, expresa González (2013), que el principal factor que influye en el consumo de energía de una vivienda es la temperatura interior de consigna fijada para invierno y verano, por afectación directa de la climatología urbana por modificación antropogénica. Las ganancias o pérdidas de calor de la vivienda son proporcionales a la

diferencia de temperatura y humedad relativa entre el interior y el exterior, los cuales vienen a ser los patrones por identificar en la presente investigación, y que no se han estudiado con anterioridad en la vivienda de Tampico, México.

Por lo consiguiente, con base en el planteamiento del problema se desprenden las siguientes preguntas de investigación.

### **1.3 Preguntas de investigación**

A partir de las preguntas de investigación se plantea la hipótesis de trabajo y de ahí surge la tesis de investigación.

¿El crecimiento de la ciudad, determina la climatología urbana por modificación antropogénica, y sus efectos en la calidad del hábitat y la adaptabilidad higrotérmica de la vivienda?

¿Los sistemas constructivos empleados en las viviendas estudio de caso son los idóneos con respecto a la adaptabilidad del clima tropical en Tampico?

### **1.4 Formulación del Problema**

¿Cómo influye la climatología urbana por modificación antropogénica en la calidad del hábitat y su grado de adaptabilidad higrotérmica, al interior de la vivienda tradicional y la vivienda común en Tampico, México?

### **1.5 Estudios precedentes de investigación**

A la presente investigación le anteceden trabajos alternos de investigación relevantes, realizados la mayoría en Tesis de Grado Doctoral y de los cuales se toman como punto de partida.

El Proyecto de investigación “Clima urbano”, expresa que las áreas urbanas juegan un papel destacado en cuanto a la evaluación del impacto del cambio climático global a escala local y regional, un conocimiento



detallado de los fenómenos y causalidades climáticas urbanas es esencial de Kuttler en (2010).

Otra investigación, estudio de caso “Vivienda tradicional en la región purépecha. Adecuación al medio ambiente, espacios y configuración formal”, al aplicarlo en Michoacán, México con monitoreos de temperatura y humedad relativa con aparatos confiables, en la Tesis Doctoral de González (2013), para la vivienda tradicional en la Región Purépecha. Adecuación al medio ambiente, espacios y configuración formal.

Un proyecto de investigación denominado “Forma urbana y la función como la construcción de los parámetros de rendimiento”, expone que el clima en las ciudades difiere significativamente de las que se encuentran en los alrededores. Estas diferencias de los resultados de las modificaciones de la superficie de la Tierra que altera la disposición de "balance de energía natural" a una escala micro y la concentración de las actividades que genere emisiones antropogénicas que cambian la composición de la atmósfera, de Futchter, Kershaw y Mills en (2013).

“La importancia relativa de los datos meteorológicos de entrada para la evaluación de riesgos de sobrecalentamiento interior en viviendas”, es un proyecto donde se describen las características del edificio y el riesgo de sobrecalentamiento utilizando un pequeño número de archivos meteorológicos, o centrarse exclusivamente en el impacto de las temperaturas externas en lugar de un conjunto completo de variables climáticas de Taylor, Davies, Mavrogianni, Chalabi, Biddulph, Oikonomou, Das y Jones (2014).

Las investigaciones expuestas, expresan que la climatología urbana es un elemento fundamental que caracteriza la calidad de vida, la accesibilidad, el entorno ambiental y el carácter único de una comunidad, contribuyendo a dar sentido al lugar. La forma en que la vivienda es diseñada y construida, el conjunto planeado-edificado, las áreas verdes, y los espacios abiertos localizados y conservados, son factores que determinan entre otros, si una comunidad es sustentable ambientalmente.

De los estudios precedentes se obtiene que la vivienda se haya estudiado, investigado y analizado desde diversas perspectivas y enfoques.

El actual trabajo se orienta en la valoración climatología urbana por modificación antropogénica en la calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica al interior de la vivienda, aplicando de manera coordinada y coherente, conceptos, teorías y métodos que permiten abordar el problema de investigación en Tampico, México.

### **1.6 Justificación**

En sus primeros trazos de un tipo de organización social: la ciudad de Tampico, México se distingue por dimensiones variadas según la época y el lugar, mantiene un desarrollo constante, destacándose su transformación. Desde esta perspectiva, la organización y funcionalidad de la ciudad se convierte en un fenómeno vivo y dinámico, que aún mantiene toda su vigencia.

Pero, el estudio de la arquitectura tampiqueña es escaso en su caracterización y los arquitectos y los profesionales de áreas afines son los responsables por obligación ética y científica de ampliar los conocimientos de la arquitectura de la ciudad.

Toda ciudad se proyecta considerando la naturaleza y no en contra de ella, se protege de la temperatura y la humedad por el efecto islas de calor urbano, y aprovecha las energías naturales como el sol y viento. Así como las características de la envolvente en la vivienda deben ser acordes con las condiciones del ambiente, donde capta, bloquea, transfiere, almacena o descarga energía en forma natural y casi siempre autorregulable.

La justificación para la presente investigación es estipular el análisis climático histórico para establecer contrastación con los valores térmicos de la climatología urbana por el efecto islas de calor y determinar si por la modificación antropogénica durante el crecimiento de la ciudad, la calidad del hábitat armoniza con el medio que le rodea. Asimismo, medir la oscilación de las condiciones del ambiente interior con aparatos confiables

de temperatura y humedad relativa en la vivienda tradicional y común para precisar su adaptabilidad higrotérmica; para estar en condiciones de decretar la eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción y soluciones constructivas empleadas, en beneficio del usuario.

### **1.7 Objetivo general**

El objetivo de la presente investigación es determinar la climatología urbana por modificación antropogénica en la calidad del hábitat y su grado de adaptabilidad higrotérmica, al interior de la vivienda tradicional y la vivienda común en Tampico, México.

### **1.8 Objetivos específicos**

- Precisar el análisis climático histórico.
- Procesar información del crecimiento urbano.
- Determinar el efecto de las islas de calor urbano.
- Identificar las viviendas estudio de caso la tradicional y la común.
- Realizar mediciones de la temperatura y humedad relativa al interior y exterior de las viviendas tradicionales y las comunes para establecer la calidad del hábitat.
- Tipificar en lo conclusivo la calidad del hábitat y la adaptabilidad higrotérmica de las viviendas estudio de caso en Tampico, México.

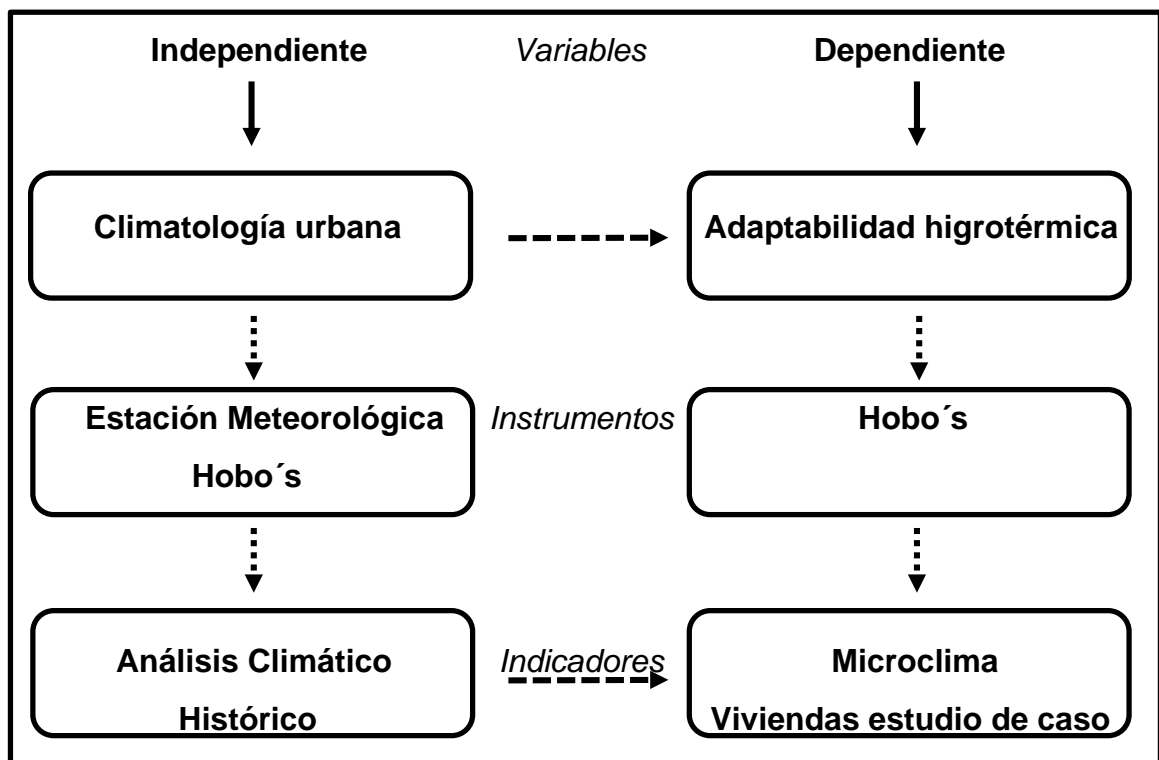
## 1.9 Hipótesis de investigación

**1.9.1** Si se realiza la valoración climatológica urbana por modificación antropogénica, se comprobará que el sistema constructivo de las viviendas, determina el grado de adaptabilidad higrotérmica al interior de las mismas en Tampico, México.

**1.9.2** Si se realiza la valoración climatológica urbana por modificación antropogénica, se determinará la calidad del hábitat donde la vivienda tradicional logra una adaptabilidad higrotérmica mayor, que la vivienda común, con respecto al clima tropical en Tampico, México.

En el gráfico N° 2, se examina la hipótesis de investigación para establecer sus variables, instrumentos a emplear e indicadores.

Gráfico N° 2  
Esquema de variables, instrumentos e indicadores de la hipótesis



FUENTE: Elaboración Propia (2014).

### 1.9.3 Sistema de Hipótesis

#### 19.3.1 Hipótesis Nula o de Trabajo

**Ho:** X está en función de Y

**Y:** Climatológica urbana

**X:** Adaptabilidad higrotérmica

#### 1.9.3.2 Hipótesis Alterna

**Ha:** X igual a Y

Es decir, que la presencia de la variable independiente, no influye ni modifica a la variable dependiente.

### 1.10 Variables de Estudio

**Independiente.** Climatología urbana por modificación antropogénica

**Dependiente.** Adaptabilidad higrotérmica de viviendas estudio de caso

**Valores de observación.** Análisis climático histórico y microclima, 2014.

El *análisis climático histórico*, son los factores ambientales a monitorear de los últimos 25 años para determinar las medias anuales y mensuales de Ta= Temperatura del aire (°C), HR= Humedad relativa (%), Pp= Precipitación pluvial (mm), Vv= Velocidad de vientos dominantes y reinantes (m/s).

El *microclima* se obtiene del monitoreo al interior de las viviendas estudio de caso, de la Tv= Temperatura de las viviendas (°C), HRv= Humedad relativa de las viviendas (%), la Ftv= Factor térmico de la vestimenta (Clo) y el Met= Tasa metabólica del Cuerpo humano (W/m<sup>2</sup>); estos determinados por el (ICU) Efecto Islas de Calor Urbano (°C). Ambos el Análisis climático histórico y el microclima se presentan sus valores térmicos y sus respectivos gráficos en los Capítulos II y IV, del presente trabajo de investigación.



### **1.11 Alcance y profundidad**

La investigación valora el análisis climático histórico para establecer la temperatura y humedad relativa media, en contraste con la climatología urbana por modificación antropogénica, diferenciando las islas de calor urbano y su contribución de consigna fijado para invierno y verano que son las estaciones críticas.

Para determinar la calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica se dispone de los días de comodidad, demasía y pérdida de los meses críticos que son enero y agosto, así como las horas de los días típicos mensuales de 2014, obteniendo mediciones de temperatura y humedad relativa, de las viviendas estudio de caso.

### **1.12 Importancia del estudio**

La climatología urbana por modificación antropogénica en la calidad del hábitat y el grado de adaptabilidad higrotérmica de la vivienda tradicional y común demanda la realización de la valoración energética.

En los últimos años el concepto de grado de adaptabilidad higrotérmica está evolucionando hacia un concepto más amplio denominado adaptabilidad integral, paralelamente avanza el instrumental de medición, simulación y evaluación, que baja significativamente sus costos, además de mejorar la calidad de la información, por el desarrollo de sistemas electrónicos y digitales.

Con lo antedicho se genera un cambio en lo que podía determinarse y lo que puede fijarse actualmente. Los procedimientos metodológicos implementados en el presente trabajo de investigación, permiten a los proyectistas acceder a conocer la adaptabilidad higrotérmica de sus obras, en cualquier etapa de la vida útil de la vivienda.

Asimismo, mientras que los planificadores urbanos no son capaces de modificar el estado general del clima, pueden modificar las condiciones de la

morfología urbana. Con el mapa de temperatura, los planificadores son capaces de analizar los impactos de su diseño para el medio ambiente.

Los planificadores urbanos no tienen que participar científicamente para evaluar sus diseños y por lo tanto se puede acelerar el proceso de diseño sin comprometer el énfasis en el diseño urbano sustentable.

El concepto del grado de adaptabilidad higrotérmica se transforma entendiéndose como la calidad del producto edificado, y la conjunción de las propiedades y características de temperatura y humedad relativa que satisfacen las exigencias de sus usuarios, pero donde la mayor importancia la posee la calidad ambiental al interior de la vivienda en Tampico, México.

### **1.13 Limitaciones del estudio**

El aspecto cognoscitivo está sustentado con la inexistencia total de estudios en los aspectos de climatología urbana y la arquitectura local, específicamente de la vivienda tradicional y su contraste con la vivienda común, en el estudio tecnológico constructivo y su relación con el entorno de Tampico, México.

Lo teórico-metodológico es respaldado por las referencias revisadas, las mediciones con aparatos confiables de temperatura y humedad relativa, decretando el comportamiento higrotérmico analizado.

La limitación espacial es en Tampico, México con la condicionante del tiempo, para determinar la calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica de la vivienda tradicional construida en el periodo de 1920 a 1950 y la vivienda común construida de 1980 a 2014.

Mediciones realizadas de diciembre de 2013 a diciembre de 2014.

A continuación se presenta el Capítulo II donde se desarrolla el análisis de fundamentos en el Marco Referencial del presente trabajo de investigación.

# Capítulo II



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO REFERENCIAL**

Se advierte que la falta de preparación de especialistas e investigadores y el desconocimiento sobre los orígenes del cambio climático, obligan a los gobiernos a tomar decisiones urgentes y rápidas para tratar de resolver los efectos, en lugar de impulsar una visión preventiva.

La investigación no va a la misma velocidad que el cambio climático, consecuentemente al estar retrasada se tienen que tomar medidas urgentes y más rápidas para entender la situación y tratar que los países participen.

Con respecto a la Educación Superior de Calidad en este sentido, para Lenzholzer y Brown (2013), presenta una ausencia de compromiso por parte de las grandes potencias para dar atención inmediata a los efectos del cambio climático, pues no existe un punto medio entre la protección al medio ambiente y los intereses económicos, cuando países como China o Estados Unidos siguen negándose a suscribirse al Protocolo de Kyoto.

No todos los países están participando igual y eso está creando un desfase que crece desproporcionalmente. La situación es la que existe y ya llegó, y tendrán que pasar eventos todavía más graves para que las grandes potencias se den cuenta y reaccionen. Así pues, en el caso específico de México, no existe un contacto más cercano con el resto de las naciones para aprender sobre sus experiencias en el abatimiento y combate

ante el cambio climático, pues si bien los esfuerzos aislados son positivos, resultan insuficientes para dar atención a un aspecto global.

Cuando un país como México recibe tres huracanes en el mismo lugar, es señal de que algo ha cambiado en el ambiente; obligatoriamente se tiene que conocer mejor cuál es el comportamiento de la naturaleza y del universo, al considerar que el vínculo entre la investigación de la educación superior y el cambio climático es un paso obligado para afrontar estos fenómenos climáticos extremos. Para lo cual para Hatuka et al (2013), será necesario el intercambio de experiencias con otras naciones y la construcción de una verdadera reforma educativa, donde se participe más en la atención de estos cambios climáticos, con afectación intramuros y extramuros de la vivienda.

La necesidad de crear nuevas alternativas a los modos habituales actuales de producción de vivienda, vienen determinadas por la evidente y creciente ponderación de las afectaciones medioambientales que se vienen generando en el ámbito del alojamiento y su directa implicación en el agravamiento de lo reflejado en la ciudad y en el entorno natural.

## **2.1 Climatología urbana por modificación antropogénica**

Las ciudades ocupan el 2.00% de la superficie de la tierra, pero sus habitantes consumen el 75.00% de los recursos energéticos del mundo. Al momento de redactar esta parte del trabajo de investigación para Planeta Vivo (2015), la población mundial es de 7.295.841.440. Para Gago et al (2013), bajo ciertas condiciones, el calor de la radiación solar y las diferentes actividades urbanas pueden hacer que las temperaturas se eleven en las ciudades y en ciertas áreas, simplemente debido a la forma en que se estructuran, este efecto se conoce como islas de calor urbanas.

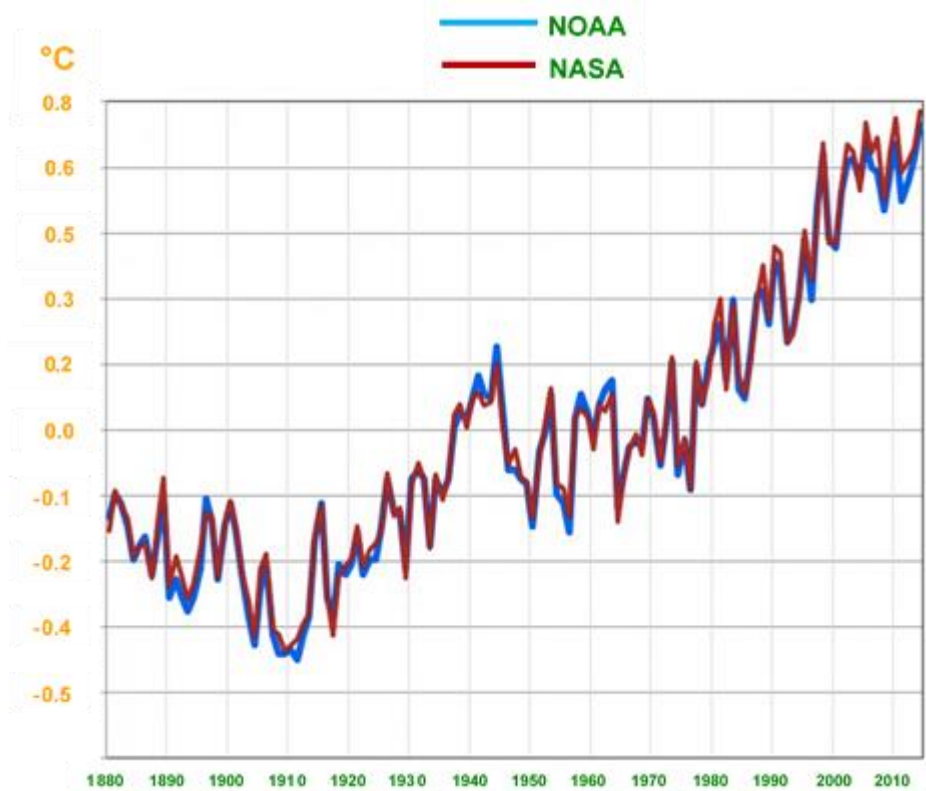
El clima en las ciudades a decir de Millward et al (2014), difiere significativamente de las que se encuentran en los alrededores. Estas diferencias de los resultados de las modificaciones de la superficie de la Tierra que altera la disposición de "balance de energía natural" a una escala micro y la concentración de las actividades que genere emisiones antropogénicas,



cambian la composición de la atmósfera. Expresa Fletcher et al (2013), que estos efectos urbanos tienen propiedades temporales y espaciales distintivos con diferentes impactos en la construcción de eficiencia energética en función de su finalidad, que rara vez se representó.

La Administración Oceánica y Atmosférica Nacional de los E.U.A. (NOAA) y la Administración Espacial y Aeronáutica Nacional (NASA) confirman que el pasado mes de junio de 2015 es el más caliente de la historia registrado, subrayan la tendencia sumamente preocupante de la temperatura media mundial récord que se está agravando con cada vez mayor frecuencia. Además, 14 de los 15 años más calientes registrados han ocurrido todos desde el año 2000, ver gráfico N° 1.

Gráfico N° 1  
**Relación del aumento de temperatura del período 1880-2014**



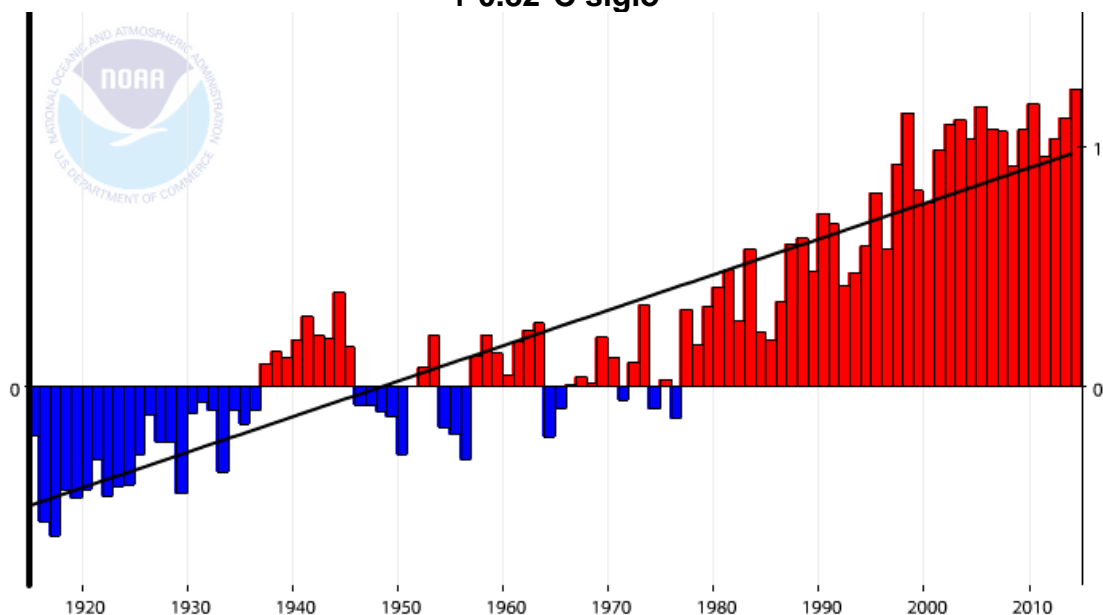
FUENTE: NOAA (2015).

Los efectos de las islas de calor urbanas ya se conocen desde hace décadas al implicar un aumento de las temperaturas urbanas al aire libre, en comparación con los alrededores. Al mismo tiempo, los últimos años son

testigos de la creciente preocupación sobre el impacto del cambio climático a los resultados de la vivienda en cuanto a comodidad térmica interior y el consumo de energía necesario para salvaguardar dicha comodidad.

Por lo tanto, para Berger et al (2014), hay que esperar que la vivienda en la zona urbana sea especialmente afectada por el aumento de la temperatura exterior y el efecto que este pueda causar para la comodidad térmica interior. Se vuelve un círculo vicioso el aumento de la temperatura exterior, por consiguiente una crecida de las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a elevar la demanda de energía para la climatización artificial durante las olas de calor del verano que se prevé en este sentido, como se presenta en el último siglo en el gráfico N° 2.

Gráfico N° 2  
Tendencia de 1915-2014  
+ 0.82°C siglo



FUENTE: NOAA (2015).

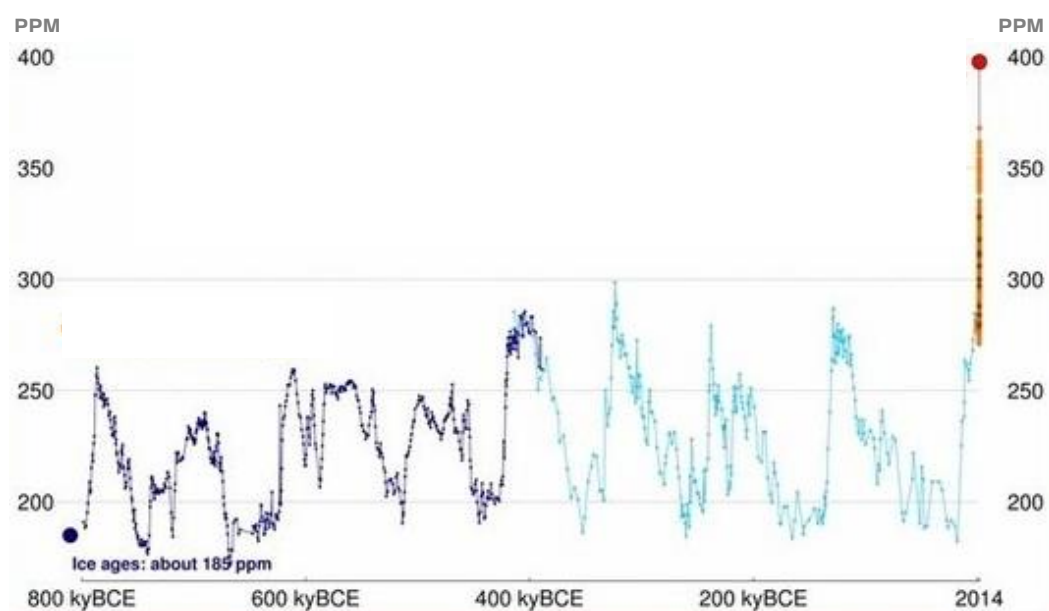
La evolución antropogénica en Tampico, México está causando un fenómeno del calentamiento del centro urbano llamado islas de calor urbanas. El efecto se ve agravado por las características del paisaje urbano de

hormigón, fachadas de vidrio y superficies de asfalto de vías urbanas y carreteras. La vivienda absorbe radiación de onda corta y almacena calor durante el día, y lo libera en la atmósfera por la noche, aumentando así la temperatura ambiente.

No es una exageración para Vaccari et al (2013), decir que la humanidad se enfrenta ahora a la amenaza más grave de su existencia. Esto es ahora una emergencia planetaria y una respuesta completa de emergencia son suficiente si se desea tener alguna esperanza realista de evitar los impactos del cambio climático peligroso e irreversible.

Para Lee et al (2014), el uso generalizado de climatización de aire acondicionado en las zonas densamente urbanizadas, así como el aumento de los desarrollos comerciales y aumento masivo de los tráficos de automóviles también son factores importantes, que pueden conducir a la formación de ozono y el smog, produciendo una concentración de CO<sub>2</sub> elevada como los últimos años, como se observa del último informe de la NOAA / NASA en el gráfico N° 3.

Gráfico N° 3  
**Concentración de CO<sub>2</sub> en la atmosfera terrestre  
Últimos 800, 000 años**



FUENTE: CIES / NOAA (2015).

Para Ho et al (2014), dicho incremento de ppm de CO<sub>2</sub>, como producto de la actividad del hombre está generando un cambio climático global; al momento de redactar esta parte de la investigación para Planeta Vivo (2015), se han emitido 4.740.548.824 tm de CO<sub>2</sub> las estimaciones a medio siglo, pronostican un aumento de temperatura de unos 2.00°C por lo que, la población humana está confrontando nuevos ambientes intramuros y extramuros en la vivienda, que pueden afectar la salud y consecuentemente las actividades productivas, así como, la calidad de vida del usuario.

Se hace eco de los recientes comentarios del Secretario General de la ONU, Ban Ki-moon (2015) que, esta es la última generación que puede tomar medidas para evitar los peores impactos de la climatología urbana.

Es difícil creer que mientras se vive una era de crisis ecológica y climática sin precedentes, no se concientice sobre la climatología urbana por la modificación antropogénica.

El último informe de NOAA / NASA (2015), suena la campana de alarma una vez más en la emergencia climática. El mejor momento para haber comenzado a afrontar la climatología urbana fue hace al menos dos décadas. El segundo mejor, es en este momento.

Por lo tanto, del sobrecalentamiento en la vivienda se prevé que aumente debido al cambio climático antropogénico y la modificación del clima urbano local que conduce a un aumento del efecto isla de calor urbano. Características de la vivienda para Taylor et al (2014), como la geometría, la orientación, el aspecto, y vidrio, y las características de la envolvente tales como la masa térmica y resistencia pueden influir en el riesgo de sobrecalentamiento.

El efecto isla de calor urbano es una forma destacada de modificación climática antropogénica localizada. Para Giannaros et al (2014), representa una situación significativa al clima urbano ya que se produce en la capa de la atmósfera donde las actividades humanas casi todas diarias se llevan a cabo.

### 2.1.1 Urbanización mundial

Los efectos de la urbanización Para Zhang et al (2013), sobre las funciones de los ecosistemas son importantes y complejos, caracterizados por la multiplicidad de escala, heterogeneidad espacial, y las perturbaciones humanas intensivas.

Es bien sabido que la urbanización tiene un efecto significativo en el clima local. El clima de una zona urbana será diferente de la de una zona rural cercana. Las modificaciones de las propiedades relevantes del entorno urbano amplificarán o reducirán estas diferencias.

Una serie de estudios internacionales para Davies et al (2008), indican que las modificaciones en el entorno urbano tienen un efecto significativo en el uso de energía de la vivienda. Hay mucho interés actual en el intento de mejorar el potencial sobrecalentamiento de verano en las ciudades, se centra en las consecuencias de las olas de calor.

Sin embargo, el panorama más amplio también debe ser considerado. Sánchez (2011), expresa que en verano en Tampico, la isla de calor urbano tenderá a dar lugar a un aumento de la carga de climatización artificial y una acentuación del número de decesos debido a un sobrecalentamiento.

Pero en invierno, la isla de calor urbana tenderá a dar lugar a la progresión de cargas de calefacción y un reducido número de decesos relacionadas con las bajas temperaturas. Los efectos netos de estos impactos se deben tener en cuenta en la consideración de modificaciones urbanas a gran escala.

Las variaciones en las características superficiales urbanas para Li et al (2014), son conocidas por alterar el clima local a través de la modificación de los procesos de la superficie terrestre que influyen en el balance de energía de la superficie y la capa límite y dar lugar a climas urbanos distintos.

Hace 65 años, la población rural representaba un 70.40% de la población global y solo habían dos megaciudades: Nueva York con 12.3 millones y Tokio con 11.3 millones de personas. A nivel general, la población se concentraba en ciudades medianas.

En la década de 1960, Osaka se consolida como la tercera megaciudad del mundo con 10.6 millones de habitantes y Tokio supera a Nueva York con 16.7 millones versus los 14.2 millones de la ciudad estadounidense.

En los 70's, el cambio más notorio es que las 9 ciudades grandes en el mundo pasan a ser 14, siendo estas: Bombay, Buenos Aires, Calcuta, Chicago, Ciudad de México, El Cairo, Los Ángeles-Long Beach-Santa Ana, Londres, Moscú, París, Río de Janeiro, Sao Paulo, Shanghai y Seúl.

Durante los años 80's, Ciudad de México se consolidó como una megaciudad, pasando de ser una ciudad grande con 8.8 millones de habitantes a una con 13 millones de personas. Lo mismo ocurre con la categoría de Sao Paulo, la que pasa de tener 7.6 millones de habitantes a 12.1 millones, representando un 7.60% de la población global.

En la década de 90's en Sudamérica, Buenos Aires pasó a integrar la lista de megaciudades, con 10.5 millones de habitantes, ubicado delante de ella Sao Paulo, con 14.8 millones de personas y seguida muy de cerca por Río de Janeiro, que aún en esta fecha sigue como una ciudad grande. Durante esta década, este tipo de ciudades en el mundo ya contaban con un 2.90% de la población global.

Para el 2000 se suman como megaciudades Beijing, El Cairo, Karachi, Dacca, Delhi, Moscú, Río de Janeiro, Shanghai, entre otras.

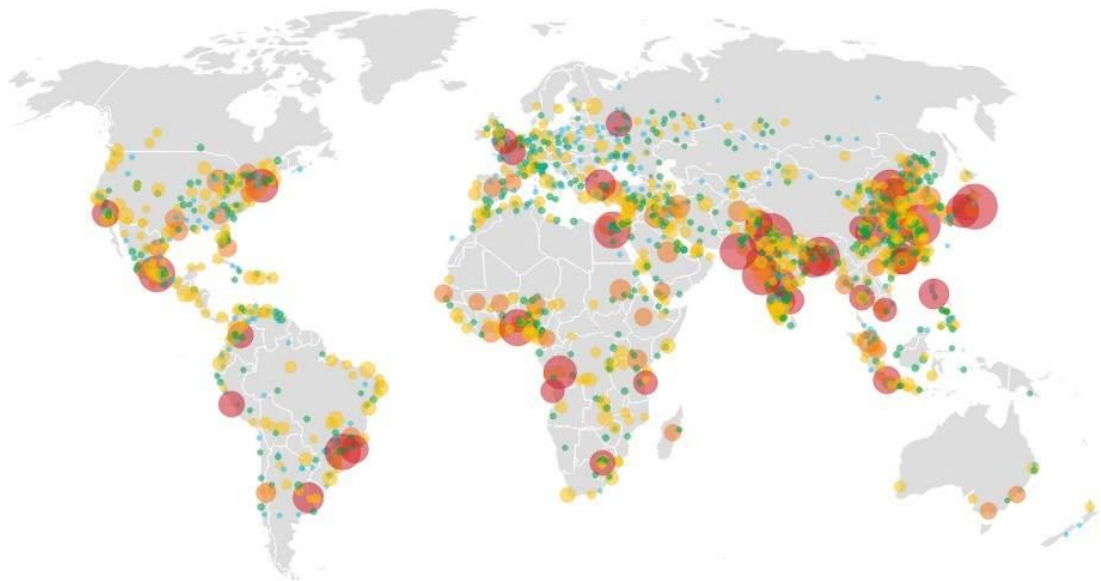
En la década de 2010 las ciudades de América del Norte y África son las que protagonizan un mayor crecimiento que les permite clasificarse como ciudades medianas, principalmente.

Para el 2020, dentro de 5 años más, la ONU estima que Bogotá y Lima integrarán la lista de las megaciudades sudamericanas. A nivel global, Kinsasa, la capital de la República Democrática del Congo, también se transformará en una megaciudad junto con Yakarta, Indonesia.

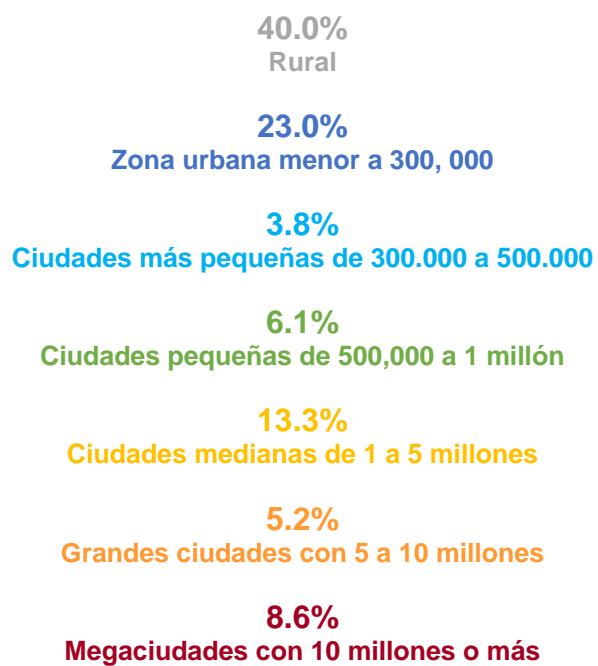
Para el 2030 en el mundo se estima que la población rural corresponderá a un 40.00% de la población mundial. En contraste, alrededor del 9.00% de la población mundial se concentrará en 41 megaciudades, de las cuales 29 estarán solo en Asia, seguido por América con 8.

En tanto, África mantendrá el acelerado crecimiento urbano de los últimos años y también tendrá megaciudades como se aprecia en el gráfico N° 4, con sus categorías y rangos de población según colores por ciudad en la parte inferior.

Gráfico N° 4  
Urbanización mundial al 2030



FUENTE: The Economist (2015).





### 2.1.2 Análisis climático histórico de Tampico, México

La climatología urbana de la ciudad y puerto de Tampico, México emana del análisis climático histórico que se desarrolla desde diversas perspectivas metodológicas. Primeramente se analizan los datos con base a las normales climatológicas de 1989 a 2013 que vienen a ser los últimos veinticinco años, para lograr las medias normales de todas las variaciones climáticas con un mínimo de equivocación, proporcionados por la Estación Meteorológica de la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA), localizado en la vecina ciudad de Altamira, México donde se examina la información año con año y mes a mes.

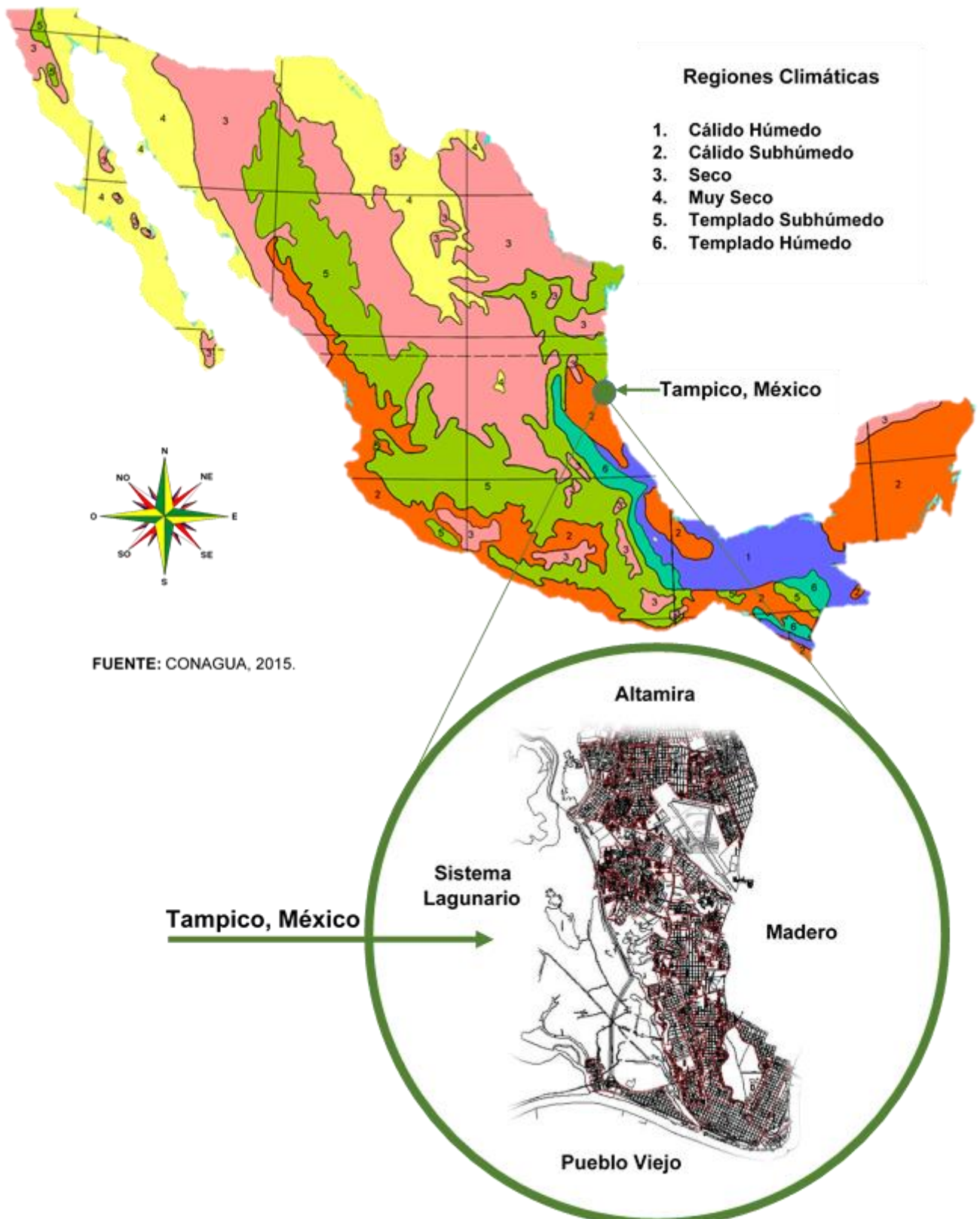
Seguido se contrastan con los datos climatológicos proporcionados por el Servicio a la Navegación del Espacio Aéreo Mexicano (SENEAM) localizado en la Torre de Control del Aeropuerto “Francisco Javier Mina” de la Ciudad y Puerto de Tampico, México; asimismo los datos climatológicos se corroboran con la información obtenida por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Con todo ello, se expondrán conclusiones climatológicas como sustento del experimento determinando las estaciones y los meses más críticos del año en Tampico, México, y así poder analizar la adaptabilidad higrotérmica de la vivienda tradicional y común.

Para Pathirana et al (2014) el clima es uno de los factores más importantes a considerar en el diseño de una vivienda. Las condiciones atmosféricas de un lugar dependen de que la arquitectura y su inercia térmica transformen la acción de los elementos ambientales naturales del lugar de localización.

Los factores climáticos son las condiciones físicas que identifican a una región o a un lugar en particular y determinan su clima. Los principales factores son: la latitud, la altitud y el relieve, como se presenta en el gráfico N° 5.

Gráfico N° 5  
**Regiones climáticas de la República Mexicana**  
**Ubicación de la Ciudad y Puerto de Tampico, México**



FUENTE: CONAGUA, 2015.

FUENTE: Elaboración Propia. Plano Dirección de Obras Públicas de Tampico, (2014).

### 2.1.2.1 Factores ambientales a monitorear al exterior

Las nociones científicas de temperatura se apoyan en la idea intuitiva que transmite el propio cuerpo. Así, esa sensación fisiológica revelada por el tacto, que permite clasificar los cuerpos en fríos y calientes, da lugar a la idea de temperatura y por extensión a la de calor. Sin embargo, la física va más allá de estas nociones intuitivas y las expresa en forma numérica, esto es, como magnitudes o atributos medibles.

La experiencia para Perini y Magliocco (2014), demuestra que cuando dos cuerpos, uno frío y otro caliente, se ponen en contacto durante un tiempo prolongado, terminan por alcanzar un estado de equilibrio entre ambos que se denomina equilibrio térmico. En ese estado no es posible distinguir cuál de ambos está más frío y cuál más caliente.

La propiedad que tienen en común los cuerpos que se encuentran en equilibrio térmico es precisamente la temperatura. Junto con esta definición descriptiva de lo que se entiende en física por temperatura, con frecuencia se utiliza otra definición de tipo operacional, que indica mediante qué procedimiento u operación queda determinada dicha magnitud. Según este criterio la temperatura es lo que miden los aparatos actuales confiables.

Desde el punto de vista arquitectónico la temperatura resulta fundamental en el análisis del comportamiento de las viviendas, ya que junto con los resultados obtenidos de otros factores se puede determinar si se ofrecen o no unas condiciones climáticas de comodidad higrotérmica, al mismo tiempo que determina, en gran medida, el sistema constructivo a emplear y las medidas correctoras en el reacondicionamiento, considerando también la media de humedad relativa.

La humedad relativa es entendida como la cantidad de vapor de agua que contiene el aire, como resultado de la evaporación de las masas de agua producto del calentamiento generado por la radiación solar y la evapotranspiración animal y vegetal. Este valor varía de acuerdo al tiempo y lugar, y junto con la temperatura, es fundamental para determinar el clima de un sitio. Generalmente, como ocurre en este estudio, lo que se toma en consideración es el valor de la humedad relativa que, aunque es de tipo

macroclimático, puede modificarse debido a las variaciones microclimáticas de precipitación media. Para ilustrar lo anterior, se presentan valores históricos de temperatura y humedad relativa de Tampico en los gráficos N° 6 y 7, y los de 2014 en el gráfico N° 14; páginas 30, 31 y 37 respectivamente, contenidas en este trabajo.

La precipitación es un fenómeno climatológico que surge cuando el movimiento del aire por convección produce elevaciones de aire que forman pequeñas gotas las que caen en forma de llovizna, lluvia, granizo o nieve. La precipitación es un elemento del clima que influye en la humedad relativa, vegetación y contaminación, entre otros.

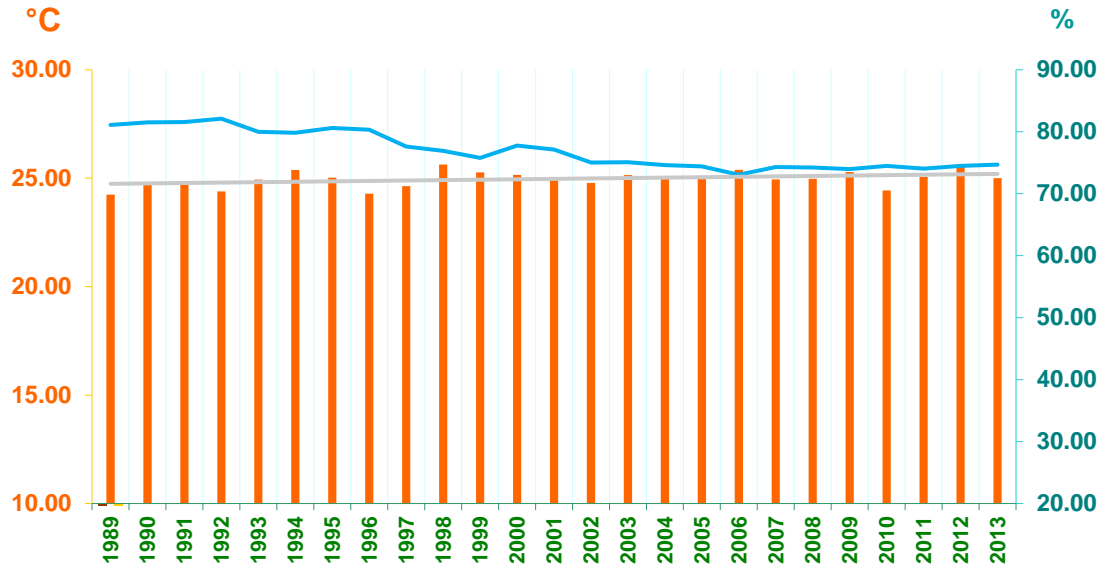
Además, como aspecto positivo, la precipitación puede proveer a los usuarios de agua no potable para determinados usos. Para Tampico se observan en los gráficos N° 8 y 9, páginas 32 y 33 de este trabajo.

El último factor ambiental a considerar al exterior es el viento, que viene a ser es el movimiento del aire generado como consecuencia de la búsqueda del equilibrio de las presiones. Es un fenómeno de convección en el cual el aire, que es calentado por el suelo que previamente ha recibido radiación solar, se mueve de las zonas de altas presiones a las de bajas produciendo el viento.

En arquitectura, el viento además de ser considerado como la principal forma de climatización en climas cálidos húmedos, es estudiado a través de maquetas expuestas a túneles de viento donde se observa mediante simuladores, los obstáculos a los que se enfrenta el movimiento del aire y se determinan las posibles formaciones de turbulencias para mejorar el diseño de las viviendas. Los valores históricos de los vientos de Tampico se aprecian en los gráficos N° 10, 11, 12 y 13, páginas 34 a la 36 de este trabajo.

### 2.1.2.2 Temperatura y humedad relativa exterior de 1989-2013

Gráfico N° 6  
Temperatura y humedad relativa media anual



FUENTE: Elaboración Propia. Datos de CONAGUA y SENEAM.

Humedad Relativa Media  
Tendencia Lineal 1989-2013  
Temperatura Media

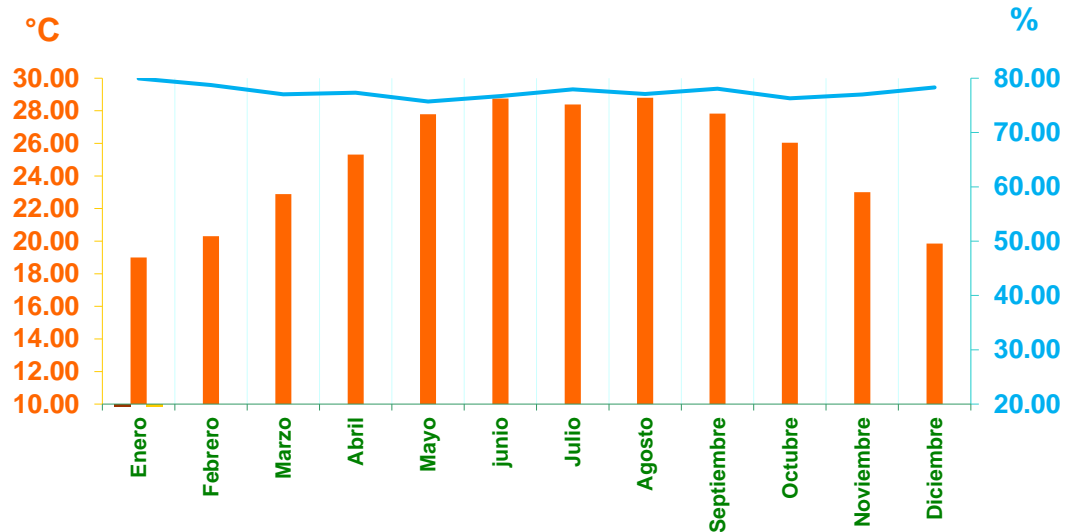
La humedad relativa media anual es de **76.98%**  
La temperatura media anual es de **24.97°C**

La tendencia de temperatura media anual es de **+0.40°C**

El año que mayor humedad relativa media presenta es **1995** con **82.11%**  
El año que menor humedad relativa media presenta es **2006** con **73.07%**

Los años con temperatura media más alta **1998-2012** con **25.63°C**  
El año con temperatura media más baja es **1989** con **24.25°C**  
La oscilación es de **1.38°C**

Gráfico N° 7  
Temperatura y humedad relativa media mensual



FUENTE: Elaboración Propia. Datos de CONAGUA y SENEAM.

Humedad Relativa Media  
Temperatura Media

La humedad relativa media mensual es de **77.51%**

La temperatura media mensual es de **24.83°C**

El mes que mayor humedad relativa media presenta es **enero** con **79.96%**

El mes que menor humedad relativa media presenta **mayo** con **75.70%**

El mes con temperatura más baja media es enero 19.00°C *Mes Crítico*

El mes con temperatura más alta media es agosto 28.80°C *Mes Crítico*

La oscilación es de **9.80°C**

La temperatura media de primavera es de 25.32°C

La temperatura media de verano es de **28.65°C** *Estación Crítica*

La temperatura media de otoño es de 25.62°C

La temperatura media de invierno es de **19.72°C** *Estación Crítica*

La humedad relativa media de primavera es de 76.69%

La humedad relativa media de verano es de 77.25%

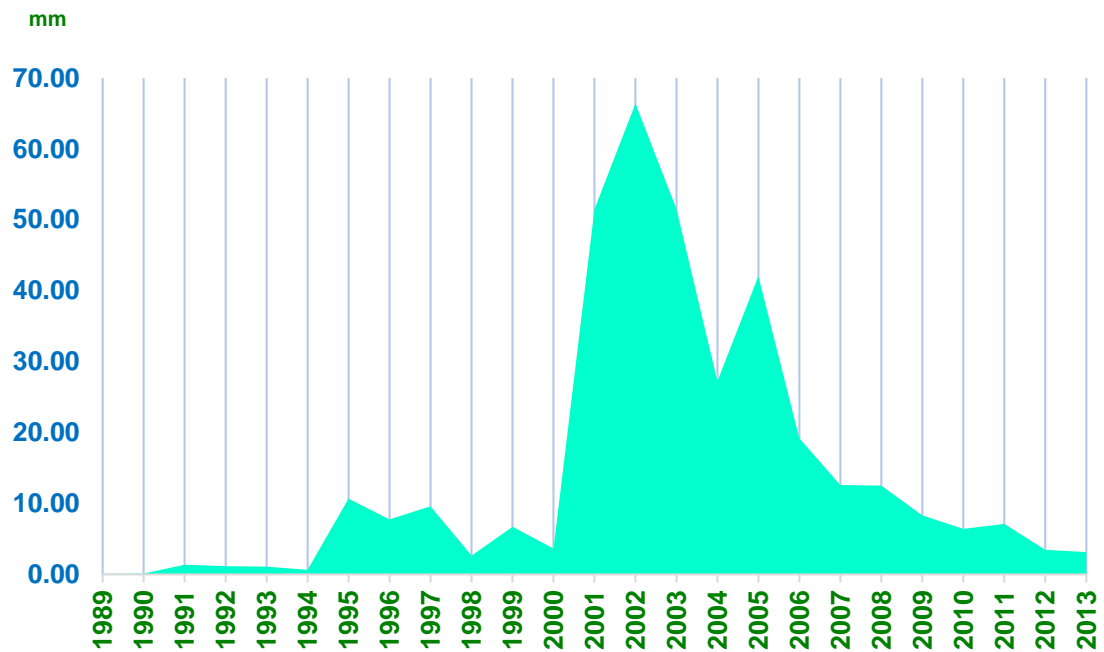
La humedad relativa media de otoño es de 77.12%

La humedad relativa media de invierno es de 79.00%

Para el presente trabajo se determina por el investigador que las estaciones más críticas y pertinentes para poder realizar el experimento de investigación son invierno y verano, y los meses críticos corresponden a enero y agosto respectivamente.

### 2.1.2.3 Precipitación pluvial de 1989 – 2013

Gráfico N° 8  
Precipitación estándar media anual en mm



FUENTE: Elaboración Propia. Datos de CONAGUA y SENEAM.

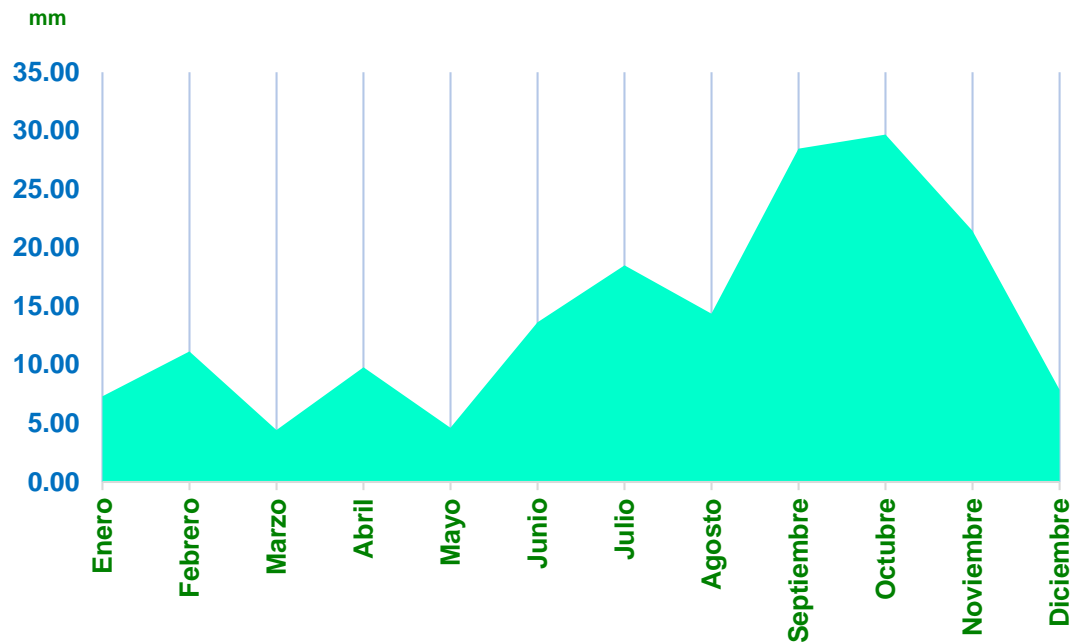
La precipitación estándar media anual es de **14.28 mm**.

El año con más precipitación estándar media anual es **2002 / 66.44 mm**.

El año con menor precipitación estándar media anual es **1989 / 0.08 mm**.



Gráfico N° 9  
Precipitación estándar media mensual en mm



FUENTE: Elaboración Propia. Datos de CONAGUA y SENEAM.

La precipitación estándar media mensual es de **14.28 mm**.

El mes que mayor precipitación media presenta octubre con **29.68 mm**.

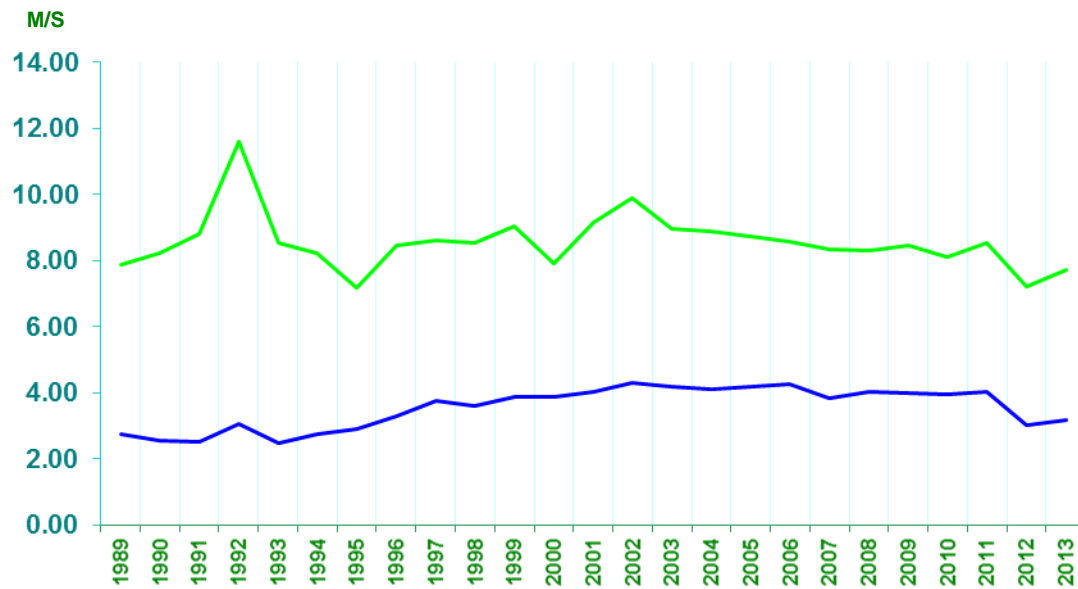
El mes que menor precipitación media presenta es marzo con **4.44 mm**.

Los meses con menor precipitación pluvial son de diciembre a abril, en las estaciones de invierno y primavera.

Los meses con mayor precipitación pluvial son de mayo a noviembre, en las estaciones de verano y otoño.

### 2.1.2.4 Velocidad de los vientos dominantes y reinantes 1989 – 2013

Gráfico N° 10  
Velocidad media anual vientos dominantes y reinantes m/s



FUENTE: Elaboración Propia. Datos de CONAGUA y SENEAM.

Vientos Reinantes  
Vientos Dominantes

La velocidad de los vientos dominantes media anual es de **8.56 m/s**

Año mayor velocidad dominante media es **1992** con **11.60 m/s**

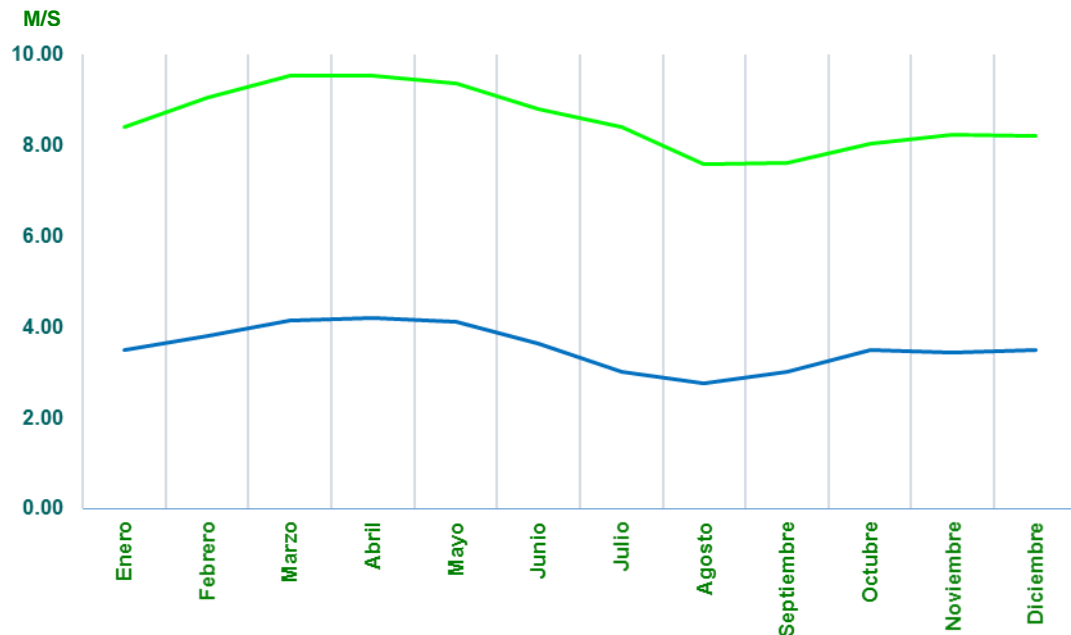
Año menor velocidad dominante media de vientos es **1995** – **7.18 m/s**

La velocidad de los vientos reinantes media anual es de **3.55 m/s**

Año mayor velocidad reinante media **2002** con **4.30 m/s**

Año con menor velocidad reinante media **1993** con **2.50 m/s**

Gráfico N° 11  
Velocidad media mensual de vientos dominantes y reinantes m/s



FUENTE: Elaboración Propia. Datos de CONAGUA y SENEAM.

Vientos Reinantes  
Vientos Dominantes

La velocidad de los vientos dominantes media mensual es de **8.56 m/s**

Mes con mayor velocidad dominante media **abril** con **9.54 m/s**

Mes con menor velocidad dominante media es **agosto** con **7.58 m/s**

La velocidad de los vientos reinantes media mensual es de **3.55 m/s**

Mes con mayor velocidad reinante media **abril** con **4.19 m/s**

Mes con menor velocidad reinante media **agosto** **2.77 m/s**

*Los vientos dominantes someten en intensidad y velocidad a los vientos reinantes.*

### 2.1.2.5 Dirección de vientos dominantes y reinantes de 1989 - 2013

Gráfico N° 12  
Dirección de los vientos dominantes

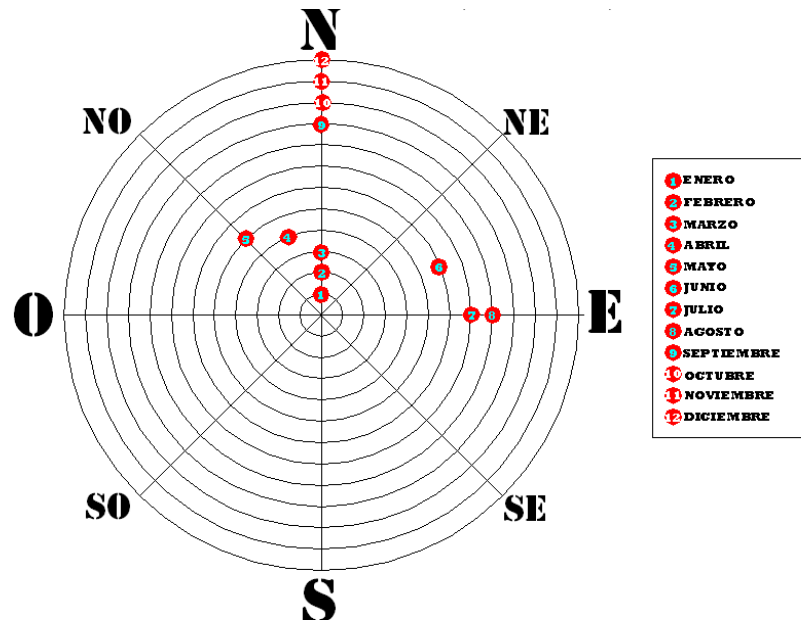
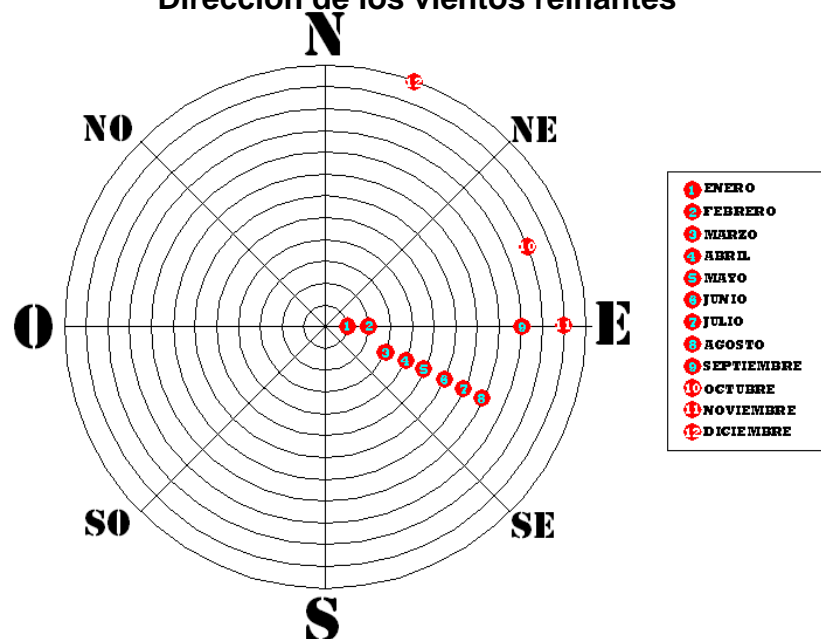


Gráfico N° 13  
Dirección de los vientos reinantes

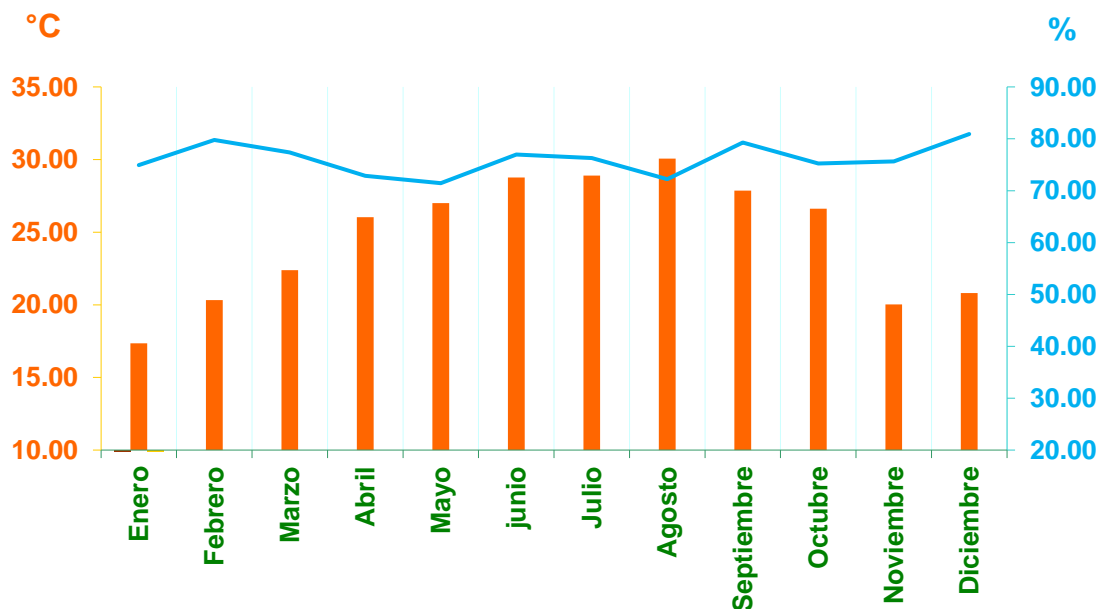


FUENTE: Elaboración Propia. Datos de CONAGUA y SENEAM.

### 2.1.3 Temperatura y humedad relativa media mensual 2014

La presente investigación se realiza en el año de 2014 y cabe hacer la aclaración que en contraste con las mediciones históricas presenta cambios bien marcados, ya que se eleva la temperatura más que en los años anteriores. Estos datos climatológicos se obtienen de CONAGUA y SENEAM, como se aprecia la climatología en el gráfico N° 14.

Gráfico N° 14  
Temperatura del aire y Humedad relativa media mensual 2014



FUENTE: Elaboración Propia. Datos de CONAGUA y SENEAM.

Humedad Relativa Media  
Temperatura Media

La humedad relativa media mensual es de **76.10%**

El mes con mayor humedad relativa media es **diciembre** con **80.94%**

El mes con menor humedad relativa media es **mayo** con **71.45%**

La temperatura media mensual es de **24.70°C**

El mes con temperatura más baja media es **enero 17.40°C** *Mes Crítico*

El mes con temperatura más alta media es **agosto 30.10°C** *Mes Crítico*

La oscilación es de **12.71°C**

Temperatura media de primavera es de 25.14°C

Temperatura media de verano es de **29.24°C** *Estación Crítica*

Temperatura media de otoño es de 24.84°C

Temperatura media de invierno es de **19.49°C** *Estación Crítica*

Humedad relativa media de primavera es de 72.57%

Humedad relativa media de verano es de 75.16%

Humedad relativa media de otoño es de 76.73%

Humedad relativa media de invierno es de 78.56%

#### 2.1.4 Efecto isla de calor urbano

El efecto de la isla de calor es consecuencia de la climatología urbana, de que las zonas edificadas ofrecen más superficie de absorción de calor, el cual irradian lentamente durante la noche. Otro efecto de los edificios altos para Allegrini et al (2012), son las múltiples reflexiones horizontales de la radiación recibida, que aumentan la probabilidad de que esta energía permanezca en el suelo en lo que se conoce como efecto cañón.

Por lo tanto, la falta de grandes zonas verdes y el entubamiento de los afluentes acuáticos en la ciudad reduce las oportunidades de transformar la energía solar a través de los procesos de fotosíntesis o evaporación del agua. Diversos estudios como el de Buyadi et al (2013), muestran la relación directa entre las altas temperaturas urbanas y la falta de vegetación.

Por otra parte, expresa Adrian et al (2013), que la actividad comercial y doméstica genera un aporte de calor al medio. En particular los sistemas de climatización en la ciudad forman parte de un círculo vicioso, ya que generan calor extra y su uso se incrementa con la temperatura.

Algunos autores como Anniballe et al (2014), explican la isla de calor como un efecto invernadero local, pues los gases se encierran en un solo lugar provocando una cápsula de gases que absorbe calor del sol. Los materiales que forman la ciudad absorben la radiación solar de onda corta y la emiten posteriormente con una longitud de onda más larga, frecuencia que resulta retenida por partículas en suspensión y gases de combustión.

La cápsula de gases para Lee y Lee (2014), sólo puede ser rota por los vientos, si en la superficie hay demasiados edificios de mucha altura el aire es obstruido y la cápsula no se rompe, sin embargo hasta lo más natural puede provocar una cápsula de calor.

Otra de las causas que provocan el efecto de isla de calor es el albedo. Explica en su estudio de caso Cotana et al (2014), que el albedo es la capacidad de reflejar en mayor o menor medida la radiación solar. Por regla general, un color más claro absorbe menos calor que un color más oscuro.



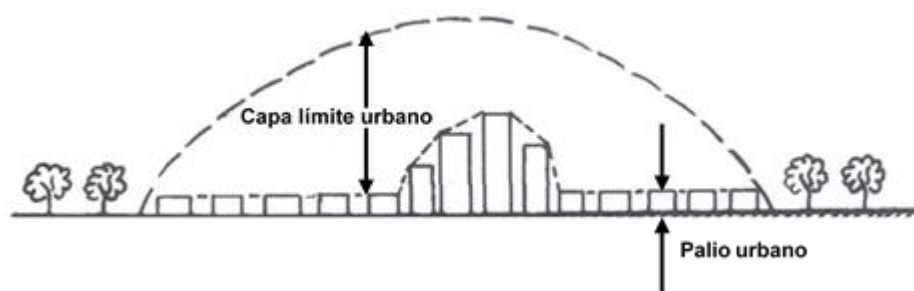
Las calles hechas de asfalto alcanzan temperaturas mayores a aquellas alcanzadas por una calle hecha de hormigón relativamente nuevo.

Es por esto, que la isla de calor puede llegar a disminuir el período frío del invierno y extender el de verano, adelantando la primavera y retrasando el otoño. Su efecto sobre la temperatura urbana para Coseo y Larsen (2014), puede reducir el uso de la calefacción en invierno, pero aumenta la demanda de climatización en verano. El mayor uso de la climatización incrementa la demanda energética, con sus consecuentes perjuicios ambientales y económicos.

A nivel ambiental, la mayor temperatura también contribuye a las reacciones de los gases de combustión presentes en la atmósfera. En algunos casos no sólo resulta afectada la temperatura de la ciudad sino también de sus alrededores, alterando el clima regional.

Radhi y Sharples (2013), exponen que la capa de límite urbano viene a ser la capa de aire de la atmósfera más próxima a la superficie, cuyas características meteorológicas locales están influidas, térmica y dinámicamente, por esa superficie. Se trata, fundamentalmente, de una capa de mezcla, o sea turbulenta, generada por el desplazamiento del aire a través de una superficie rugosa y rígida y por la elevación convectiva de las burbujas de aire, como se aprecia en el gráfico N° 15.

Gráfico N° 15  
**Boceto de los sectores con modificación climática urbana en la vertical: la capa límite y el palio urbano**



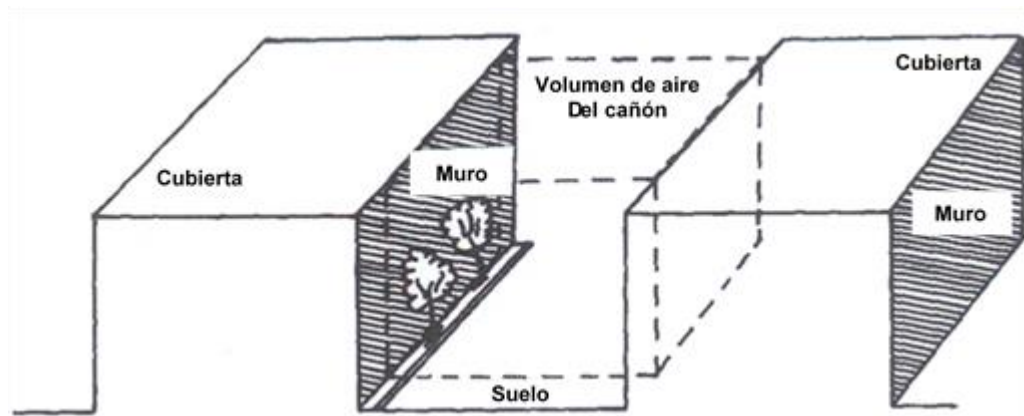
FUENTE: Elaboración Propia.

Esta capa límite urbano se extiende desde las cubiertas de los edificios hasta un nivel por debajo del cual los fenómenos locales o mesoescálicos están gobernados por la naturaleza de la superficie urbana.

A partir del modelo de Oke (1976), se propone lo que viene a ser el palio urbano para aquellos sectores entre los edificios que presentan toda una amalgama de microclimas por las características de los alrededores más inmediatos, se observa en el gráfico N° 15.

El cañón urbano se emplea para designar a la principal unidad del palio urbano, que incluye el suelo, normalmente de una calle, entre dos edificios adyacentes y sus muros, ver gráfico N° 16.

Gráfico N° 16  
**Boceto esquemático de un cañón urbano**



FUENTE: Elaboración Propia.

El factor de visión del cielo para Wang y Akbari (2014), en el ámbito urbano alcanza valores pequeños, porque las características geométricas de las calles y de los edificios urbanos, así como los numerosos obstáculos existentes hacen que los ángulos de emisión de la radiación de onda larga nocturna a la atmósfera sean más reducidos que en el campo abierto, donde existen menos obstrucciones y por lo tanto hay mayor superficie libre de cielo a la que pueda ser devuelta, sin ningún impedimento, la irradiación. Precisamente para Feyisa et al (2014), este factor constituye una de las

principales causas que contribuyen a la formación del fenómeno de la isla de calor.

Para Feng et al (2014), el transecto es una idea precisa acerca de la técnica empleada usualmente en el estudio de los climas urbanos y que consiste en la toma de medidas meteorológicas a lo largo de un recorrido o ruta previamente establecidos, con representación gráfica de un área urbana y sus variaciones microclimáticas.

En Tampico, México para Sánchez (2011), se presenta también por la isla de calor el fenómeno del mesoclima tropical, que viene a ser el proceso de las diferencias de temperaturas Sistema Lagunario-Ciudad-Golfo de México, que crean con frecuencia discrepancias locales de presión que desencadenan el paso de un sistema de brisa marina, originado por el calentamiento urbano al amanecer y del mar por su cercanía, atravesando la ciudad, denominado mesoclima tropical.

El comportamiento de la brisa urbana es al contrario que la marina, se presenta al atardecer cuando la temperatura de las aguas del Golfo de México es más alta que la de la ciudad, la brisa urbana tiene indudables efectos benéficos ya que supone un cierto alivio térmico al aportar aire más fresco y más limpio a la ciudad, contribuyendo, además, a temperar el clima.

Este fenómeno del mesoclima tropical que se presenta en la Ciudad y Puerto de Tampico, México hasta la fecha no es sujeto de estudio en alguna investigación, ya que dependencias como CONAGUA, SENEAM, C.F.E. La Facultad de Arquitectura o Ingeniería de la UAT, no tienen registro alguno, pero conscientes están de que se debe evaluar, por sus hipotéticas utilidades en los emplazamientos de la Arquitectura.

Por lo tanto, la isla de calor para Dimoudi et al (2013), es una de las modificaciones climáticas más claras causadas por la urbanización, como el incremento térmico en la ciudad en comparación con su periferia.

La isla de calor es la representación gráfica de la distribución espacial de la temperatura en la ciudad y sus alrededores mediante un mapa de

isotermas, donde ésta presenta una disposición concéntrica, y señala la existencia de una isla térmica por efecto urbano a escala microclimática.

Se pueden dibujar mapas de temperaturas a partir de líneas imaginarias, llamadas isotermas, que unen puntos de la superficie terrestre que tienen igual temperatura. Se generaliza tomando superficies con parecidos valores de temperatura y representando superficies a las que se asignan valores medios próximos o iguales. Las temperaturas varían según los meses del año. La palabra isoterma proviene de las raíces griegas, isos igual y termos temperatura.

Las isotermas son líneas que se trazan en los mapas uniendo puntos de igual temperatura reducidas al nivel del mar. Los meses de enero y agosto son aquellos en los que se registran las menores y mayores temperaturas medias mensuales, por lo que se elaboran mapas correspondientes a estos meses que ofrecen características indispensables para conocer el microclima de Tampico, México.

Cuando se analiza con detalle un perfil térmico de una isla de calor, es frecuente observar un tramo donde la temperatura aumenta notablemente en poca distancia, marca un escalón en el perfil de la isla de calor, al cual se le denomina meseta térmica, cubriendo de un modo bastante homogéneo una extensa superficie de la ciudad. En cambio, el aumento de la temperatura en cierta Zona Climática Local (ZCL), puede ser mayor todavía, alcanzando un valor máximo en un punto localizado, situación que se advierte en el perfil con la forma de pico que marca la curva de temperatura.

### 2.1.5 Modeladores del efecto islas de calor urbano

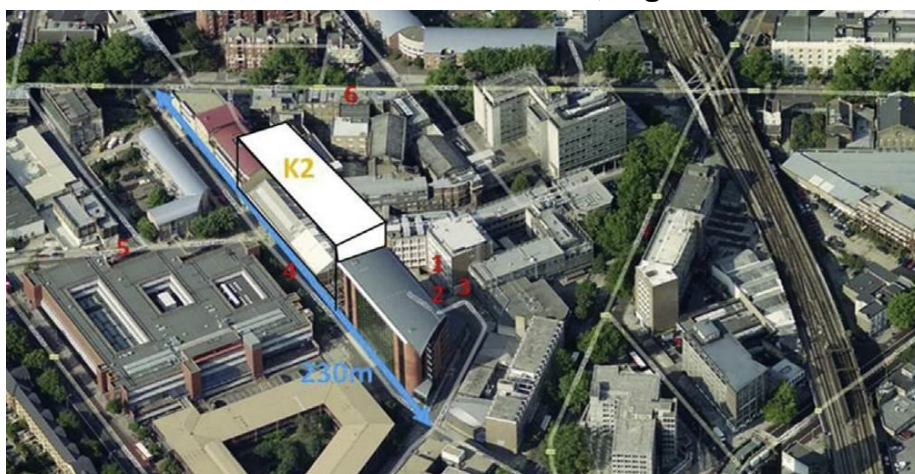
Se presentan los modeladores más recientes realizados en varias ciudades del mundo, utilizando la última tecnología en cada uno de ellos.

#### 2.1.5.1 Un estudio de campo de microclimas urbanos

Este modelo tiene como objetivo abordar las características de microclimas urbanos que afectan el rendimiento energético del edificio y la aplicación de las tecnologías de energía renovable. Una campaña experimental fue diseñada para investigar los parámetros de microclima, como aire y temperatura de la superficie, directa y difusa niveles de irradiación solar en ambas superficies horizontales y verticales, velocidad y dirección del viento en una zona urbana densa en Londres.

Los resultados de esta investigación revelan que los parámetros climáticos están influenciados significativamente por los atributos de texturas urbanas, que ponen de relieve la necesidad tanto de proporcionar la información microclimáticas y utilizarlos en las etapas de diseño de edificios, de Shahrestani, Mehdi; Yao, Runming; Luo, Zhiwen; Turkbeyler, Erdal; Davies, Hywel. (2015), ver gráfico N° 17.

Gráfico N° 17  
**Zona de estudio en Londres, Inglaterra**



**FUENTE:** Shahrestani et al (2015).

### 2.1.5.2 Simulación con software ENVI-met, modelo climático

La morfología urbana y el aumento de la densidad de construcción, juegan un papel clave en el uso general de energía y la promoción de la sostenibilidad ambiental. El ambiente urbano provoca un aumento local de la temperatura, un fenómeno conocido como Isla de Calor Urbano (ICU). El objetivo de este modelo es el estudio de la posible formación de una ICU y la evaluación de su magnitud, en el contexto de una ciudad pequeña, llevado a cabo con el ((R)) software ENVI-met.

Para este propósito, se necesitaba una simulación preparatoria para una campaña de vigilancia en el lugar. Con el ENVI-met ((R)) se simula la evolución temporal de varios parámetros de la termodinámica en un rango de micro-escala, con la creación de un modelo en 3D, no hidrostático de las interacciones entre el edificio y el ambiente-vegetación. Las condiciones meteorológicas aplicadas simulan una onda típica italiana de calor en verano. Se han analizado tres estudios de caso diferentes: Caso Base, Caso Fresco y Caso Verde, de Ambrosini, Dario; Galli, Giorgio; Mancini, Biagio; Nardi, Iole; Sfarra, Stefano, (2014) ver gráficos N° 18 para la zona de estudio y N° 19, 20 y 21 para la resultante de los tres estudios de caso.

Gráfico N° 18  
**Zona de estudio en Teramo en la Región de Abruzzo, Italia**



**FUENTE:** Ambrosini et al (2014).



Gráfico N° 19  
Temperatura atmosférica en “Caso Base”

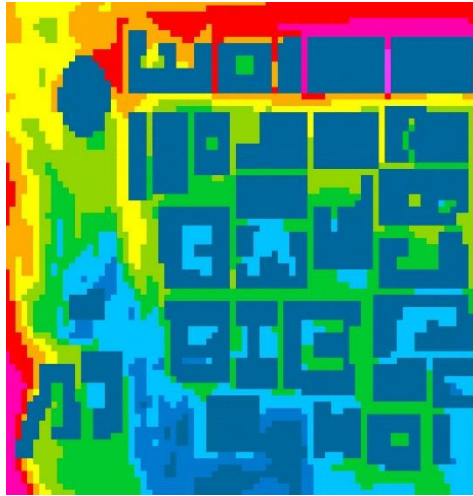


Gráfico N° 20  
Temperatura atmosférica en “Caso Fresco”

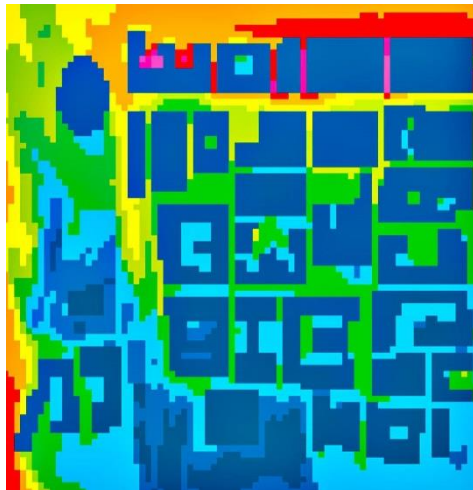
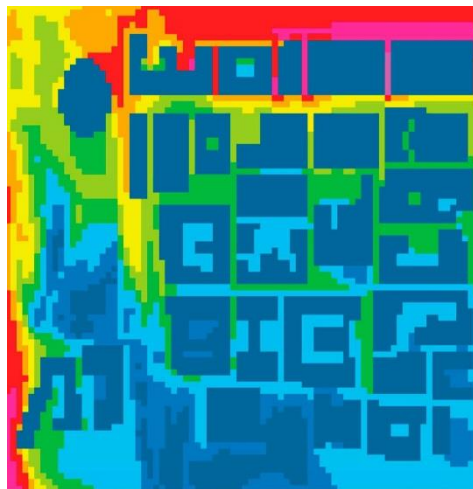


Gráfico N° 21  
Temperatura atmosférica en “Caso Verde”



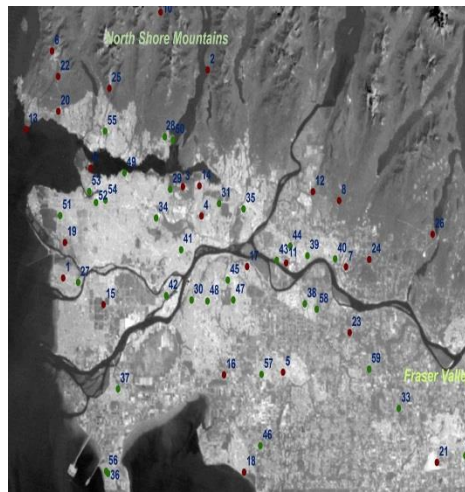
FUENTE: Ambrosini et al (2014).



### 2.1.5.3 Barrido satelital Landsat Thematic Mapper (TM)

Se introduce un enfoque de regresión espacial para mapear el pico térmico de un transecto durante el día de la temperatura del aire en relación con una estación de referencia en los días típicos de verano, utilizado en Vancouver, Canadá, como un estudio de caso. Se realiza con tres modelos de regresión, en espacios mínimos cuadrados ordinarios, con el apoyo de máquinas de vectores y forestales al azar, que fueron calibrados usando el satélite Landsat TM/ETM + datos y observaciones de campo de dos fuentes: Environment Canada y el Weather Underground, de Ho, Hung Chak; Knudby, Anders; Sirovyak, Paul; Xu, Yongming; Hodul, Matus; Henderson, Sarah B. (2014), ver gráfico N° 22.

Gráfico N° 22  
Zona de estudio y la temperatura del aire en Vancouver, Canadá



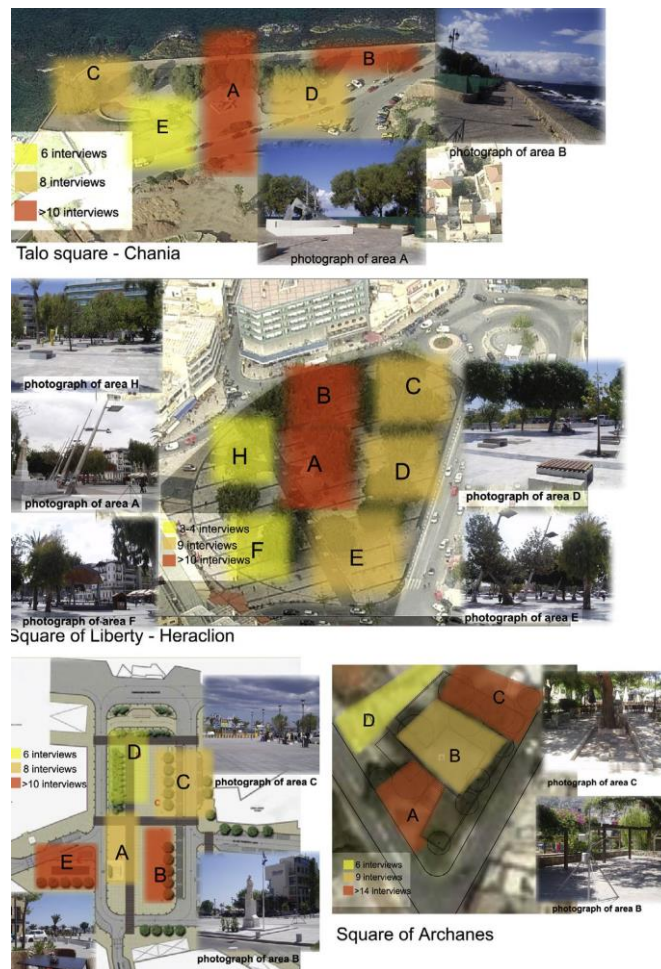
FUENTE: Ho et al (2014).

### 2.1.5.4 Monitoreo en estudios de campo y cuestionario

En este modelo se presentan los principales resultados de los estudios de campo espacios al aire libre, que se llevaron a cabo en cuatro espacios abiertos urbanos diferentes en Creta. En el sitio mediciones se llevaron a cabo y un cuestionario se utilizó para estimar el confort térmico de los visitantes. Índices térmicos como predicho voto promedio, temperatura equivalente

fisiológicamente, temperatura efectiva standard, y la temperatura de bulbo húmedo se utilizan para evaluar las características del microclima urbano y luego se comparan con el fin de encontrar el más adecuado para el microclima mediterráneo, de Tsitoura, Marianna; Tsoutsos, Theocharis; Daras, Tryfon. (2014), como se aprecia en el gráfico N° 23.

Gráfico N° 23  
Plazas Zonas de Estudio en Creta, Grecia



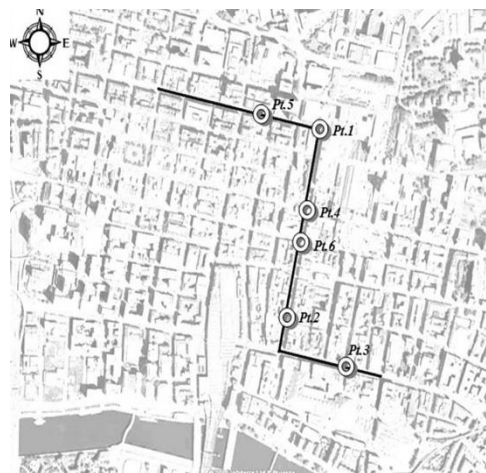
FUENTE: Tsitoura et al (2014).

### 2.1.5.5 Mediciones de radiación integral con piranómetros y pirgeómetros

Las correlaciones entre los índices termale al aire libre y la temperatura media radiante (TMR) calculada o medida, son en general de gran importancia debido al efecto combinado sobre el balance de energía humana en espacios al aire libre. La forma más precisa para determinar TMR es por medio de mediciones de radiación integral, es decir, que miden la radiación de onda larga de seis direcciones usando piranómetros y pirgeómetros, costosos y no siempre son un procedimiento de fácil acceso. Algunos estudios utilizan termómetros de globo combinados con sensores de temperatura del aire y la velocidad del viento. Una forma alternativa para determinar TMR se basa en la salida desde el modelo Rayman.

La TMR obtenida a partir de mediciones de campo es una combinación de la temperatura del aire, velocidad del viento y de los datos de temperatura de globo de acuerdo con la fórmula de ventilación forzada de la norma ISO 7726 para los datos recogidos en Glasgow, Reino Unido, de Krüeger, E. L.; Minella, F. O.; Matzarakis, A. (2014), como se aprecia en los gráficos N° 24 y 25.

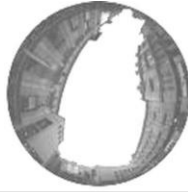
Gráfico N° 24  
**Zonas urbanas puntos de monitoreo (numerados de acuerdo con el orden cronológico de las encuestas) en Glasgow, Reino Unido**



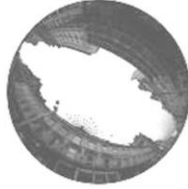
FUENTE: Krüger et al (2014).

### Gráfico N° 25 Ubicación y descripción del Factor Vista de Cielo

**Punto 1:** Esquina de la calle, con ubicación  
Posible efecto de canalización viento  
(FVC = 0.41)



**Punto 2:** Cruce urbano regular Oriente  
Cañón (FVC = 0.38)



**Punto 3:** Encrucijada peatonal  
(FVC = 0.48)



**Punto 4:** Cerca de un cruce de caminos  
(FVC = 0.39)



**Punto 5:** Cruce urbano regular Oriente  
Cañón (FVC = 0.39)



**Punto 6:** Cruce de caminos entre un  
Peatonal y una calle motorizados  
(FVC = 0.45)



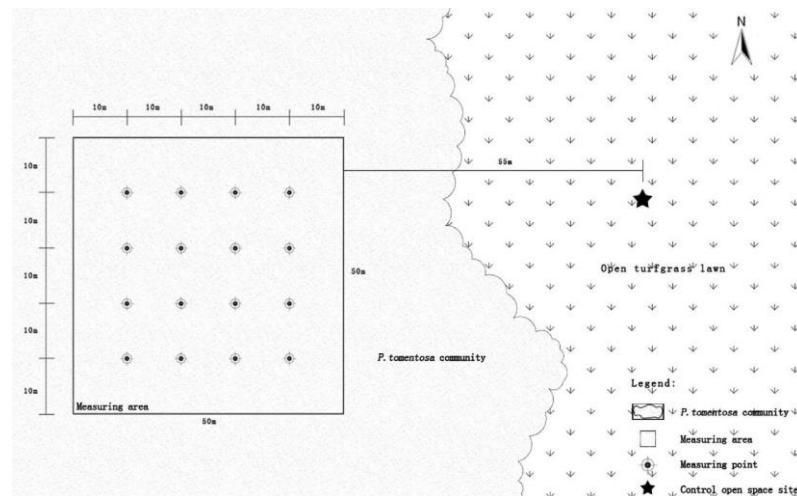
**FUENTE:** Krüger et al (2014).

#### 2.1.5.6 Monitoreos de la temperatura del aire, humedad relativa

Las mediciones de la temperatura del aire, humedad relativa, y las características estructurales del dosel urbano se realizaron en los días tranquilos y soleados de verano en la comunidad de *Populus Tomentosa* del Parque Forestal Olímpico de Beijing, China. El objetivo de este modelo fue investigar en detalle las correlaciones entre el enfriamiento detallado y efectos

humectantes y las características estructurales del dosel de la comunidad. Valores horarios de la temperatura del aire y la humedad relativa, la densidad del dosel, de Qin, Zhong; Li, Zhandong; Cheng, Fangyun; Chen, Jianfang; Liang, Bing. (2014), se presenta en los gráficos 26-29.

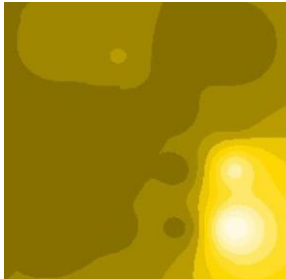
Gráfico N° 26  
Ubicación de los puntos de medición del espacio abierto, con la temperatura del aire, humedad relativa y las características estructurales del dosel en el Parque Olímpico de Beijing, China



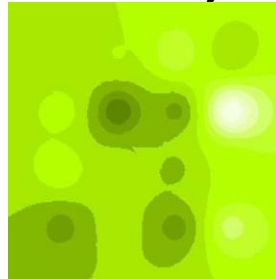
FUENTE: Qin et al (2014).

Gráficos N° 27-29  
Esquema de distribución de la densidad del dosel con ArcView SIG 3.2.

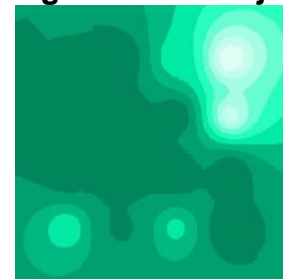
Densidad del Dosel



Área de hojas



Ángulo de las hojas

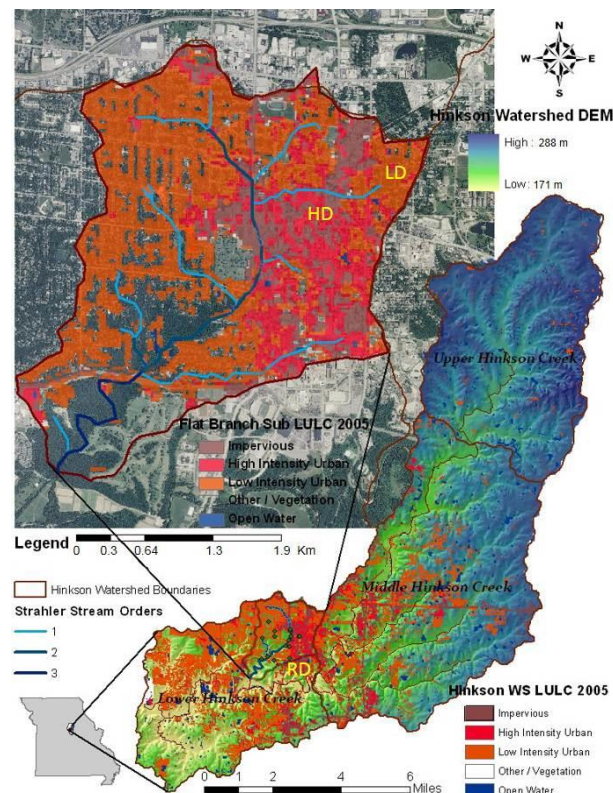


FUENTE: Qin et al (2014).

### 2.1.5.7 Modelo de balance de energía urbana distribuida

En el modelo se analizaron los datos del clima urbano y rural a largo plazo que abarcan de enero, 1995 hasta octubre de 2013 para investigar el efecto de isla de calor urbano (ICU) de una ciudad promedio del centro de Estados Unidos. Datos climáticos distribuidos localmente, también se recogieron a baja densidad urbana, recientemente desarrollados, y de alta densidad en sitios de vigilancia urbana a partir de junio a septiembre de 2013 para mejorar la comprensión mecanicista de la variabilidad espacial del efecto ICU basado en la intensidad del uso del suelo urbano, de Hubbard, Jason A.; Kellner, Elliott; Hooper, Lynne; Lupo, Anthony R.; Market, Patrick S.; Guinan, Patrick E.; Stephan, Kirsten; Fox, Neil I.; Svoma, Bohumil M. (2014), ver zona en gráfico 30.

Gráfico N° 30  
Zona de estudio, cuenca del arroyo Hinkson situado en el centro de Missouri, EE.UU.



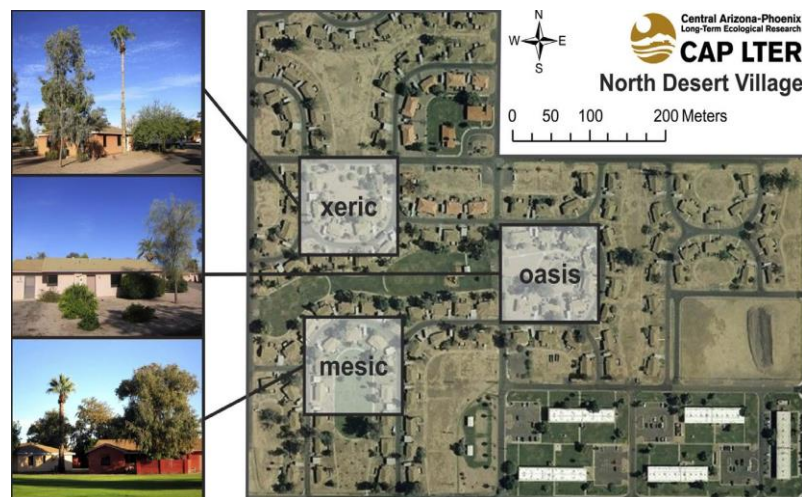
FUENTE: Hubbard et al (2014).



### 2.1.5.8 Impacto de la forma urbana y diseño en el microclima

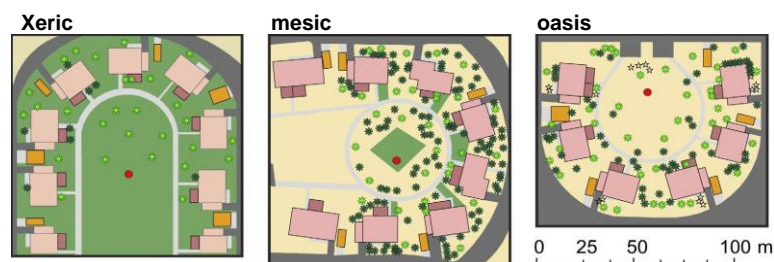
Este modelo investiga el impacto de la forma urbana y el tipo de paisajismo en el microclima a media tarde en un espacio semiárido de Phoenix, Arizona. El objetivo es encontrar la forma y diseño de estrategias urbanas eficaces para aminorar las temperaturas durante los meses de verano. Se simuló la temperatura del aire-suelo cerca de barrios residenciales típicos en Phoenix utilizando el software met-ENVI modelo microclima tridimensional, de Middel, Ariane; Haeb, Kathrin; Brazel, Anthony J.; Martin, Chris A.; Guhathakurta, Subhrajit. (2014), en los gráficos 31-33.

Gráfico N° 31  
Zona de estudio en Phoenix, Arizona EE.UU.



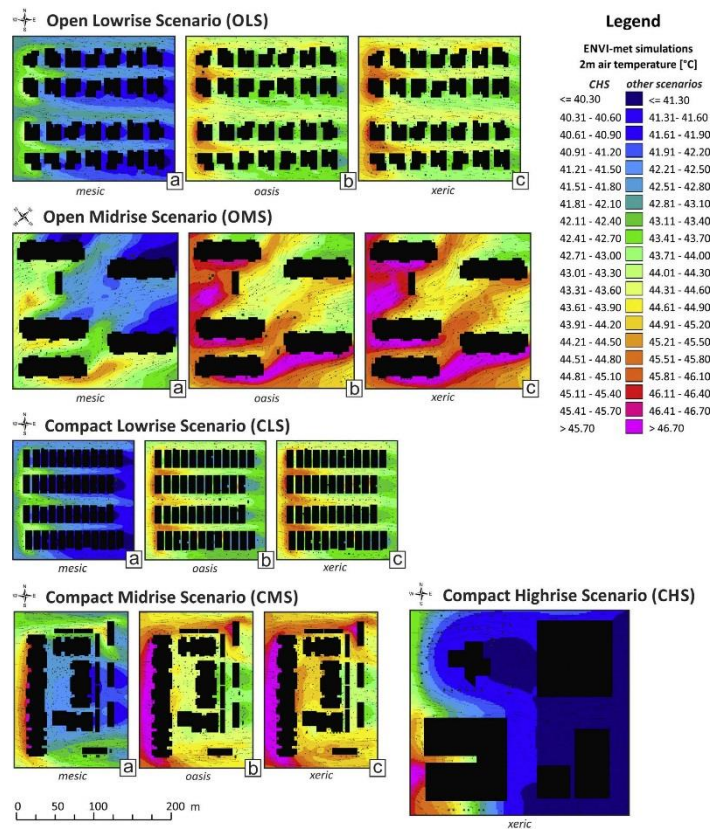
FUENTE: Middel et al (2014).

Gráfico N° 32  
Mapas de los archivos de entrada para el ENVI-met



FUENTE: Middel et al (2014).

**Gráfico N° 33**  
**Distribución de la temperatura del aire a 2.00m de altura para cada**  
**forma y paisajismo del escenario urbano**



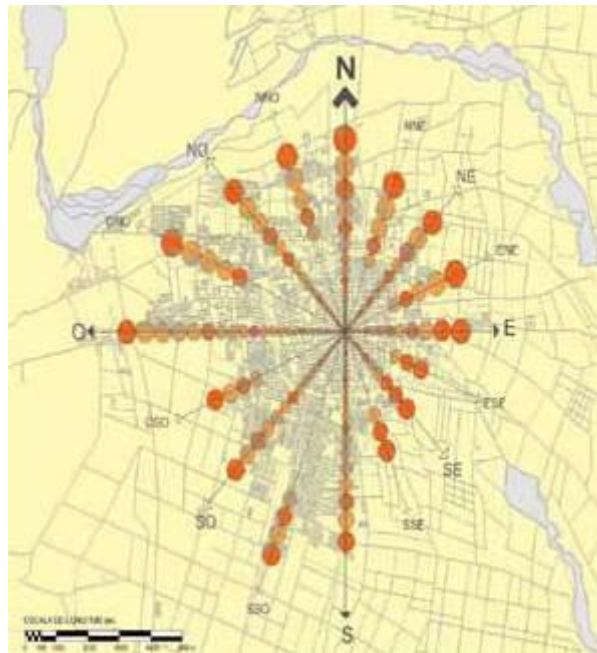
FUENTE: Middel et al (2014).

### 2.1.5.9 Modelo mediante transectos e isotermas

En este trabajo se presentan resultados finales de un proyecto de investigación bianual (2009-2010), denominado variación histórica y espacial de la isla de calor urbana en zona árida, financiado por la Universidad Nacional de San Juan, Argentina. Su objetivo principal es determinar la progresiva modificación de la isla de calor urbana en un periodo de quince años (1995-2010) y la correlación de esta con la ocupación del area urbana del Gran San Juan (GSJ), localizada en la diagonal árida de Sudamérica. Los resultados obtenidos demuestran la interrelación entre la ocupación urbana y la especialización de la isla de calor en la ciudad, de Papparelli, Alberto; Kurbán, Alejandra; Cúnsulo, Mario (2011), en los gráficos N° 34-39.

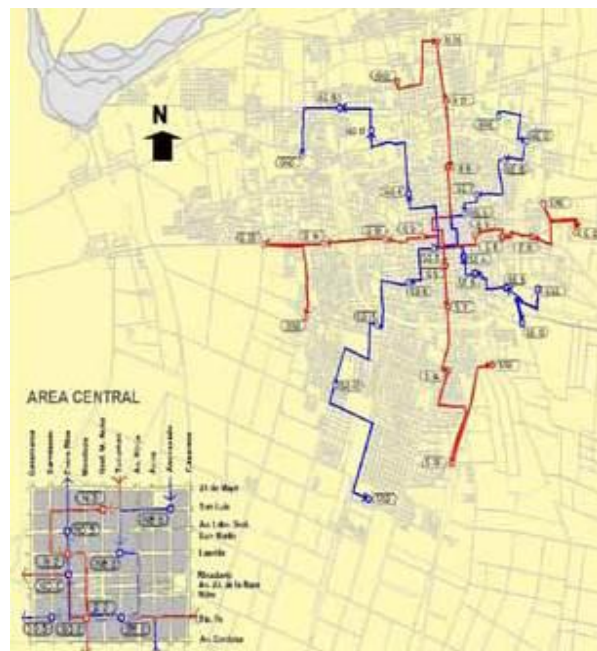


Gráfico N° 34  
**Distribución de nodos urbanos de San Juan, Argentina**



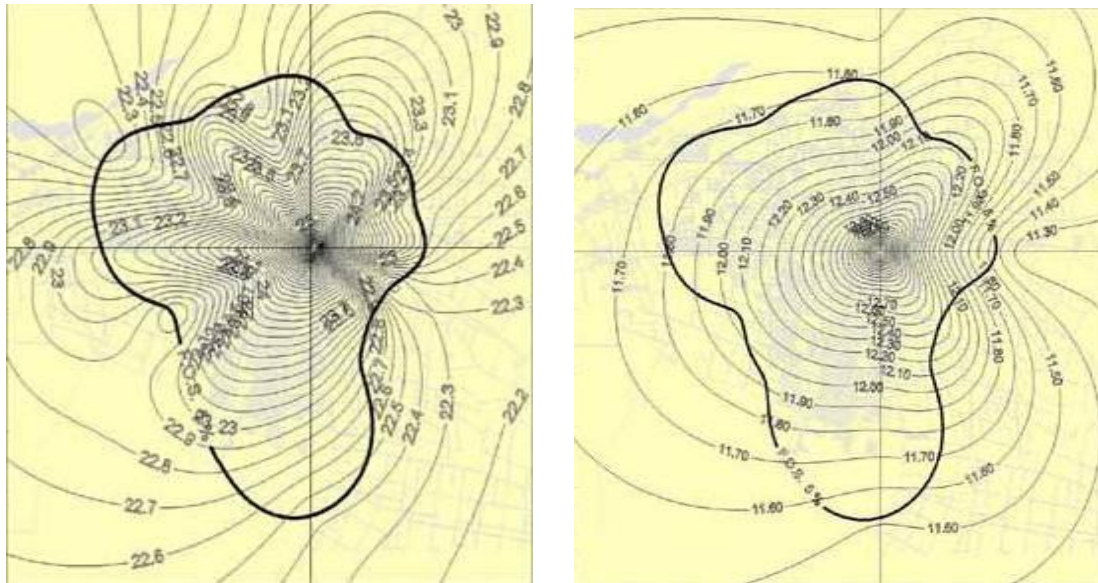
**FUENTE:** Papparelli et al (2011).

Gráfico N° 35  
**Recorridos para mediciones climáticas itinerantes**



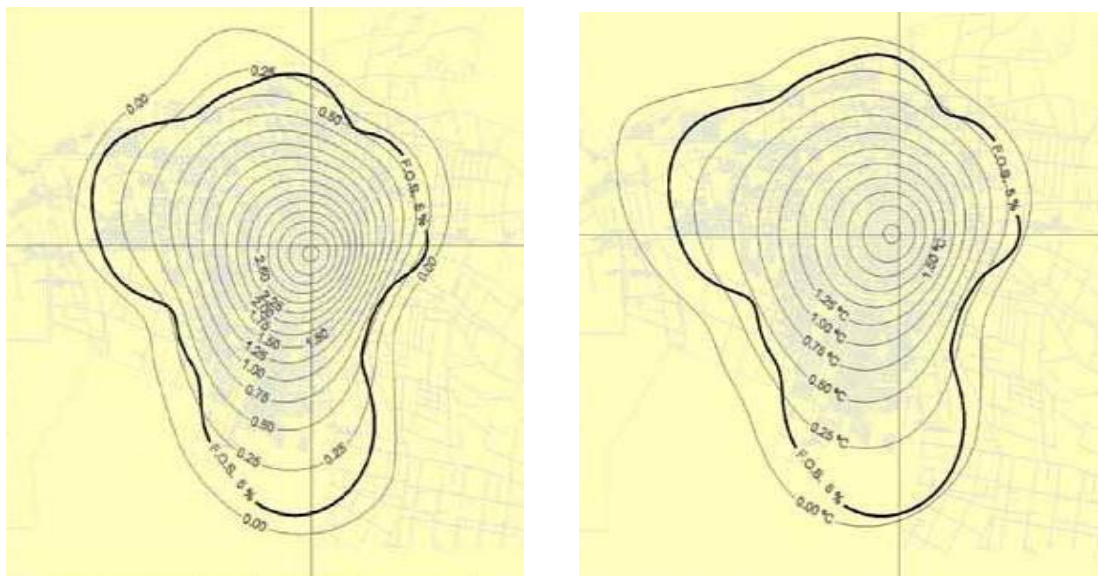
**FUENTE:** Papparelli et al (2011).

Gráfico N° 36-37  
Isotermas de verano e invierno y el límite urbano



FUENTE: Papparelli et al (2011).

Gráfico N° 38-39  
Islas de calor en verano e invierno y el límite urbano



FUENTE: Papparelli et al (2011).

Cabe hacer la aclaración que la mayoría de los modelos presentados para determinar la climatología urbana por modificación antropogénica se realizan con simulaciones, mediante imágenes de satélites y mediciones térmicas, perceptibles a manipulación y que no dan una idea exacta del resultante de la calidad del hábitat y la afectación al interior de la vivienda, demostrando su adaptabilidad higrotérmica. Para el presente trabajo de investigación se tomaran en cuenta algunos modeladores hasta llegar a determinar el efecto del microclima al interior de las viviendas estudio de caso, abarcando toda la ciudad de Tampico, México.

## **2.2 Calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica**

El comportamiento térmico a decir de Chen et al (A 2009), es una de las variables más importantes a tomar en consideración en las estrategias de adaptabilidad bioclimática de viviendas. Se refiere básicamente a las condiciones del ambiente higrotérmico al interior, pero desde el punto de vista de la relación de equilibrio entre las condiciones de temperatura del aire y humedad relativa de un lugar determinado.

De las viviendas características de todo el mundo, expresa Sodoudi et al (2014), el principal objetivo de los constructores ha sido la búsqueda de las condiciones óptimas de adaptabilidad higrotérmica, y la tipología constructiva se encuentra definida más por las zonas climáticas que por las fronteras territoriales, y aun existiendo variaciones, producto de las tradiciones o del gusto local, la forma general de la vivienda autóctona nace de su relación con el entorno.

En donde la vivienda es el refugio natural o construido por la mano del hombre, en el que éste habita de modo temporal o permanente, que es género de vida o modo de vivir, con una apropiada adecuación a su entorno.

En relación con la forma de medir el grado de adecuación de la vivienda a su entorno se retoma lo expuesto por Olgyay (2004), se considera el proceso del diseño de una vivienda climáticamente equilibrada, el cual puede dividirse en varias etapas.

El primer paso hacia la adecuación ambiental consiste en un análisis de los elementos climáticos del lugar escogido, donde se debe resaltar que cada elemento produce un impacto diferente y presenta una situación variada; el segundo paso realiza una evaluación de las incidencias del clima en términos fisiológicos. En tercer lugar se analiza la solución técnica utilizada en la construcción de la vivienda.

Las etapas consisten, en forma más detallada en:

- Los datos climáticos de una región se analizan dependiendo de las características anuales de sus elementos, es decir temperatura, humedad relativa y velocidad del viento. De igual forma, se consideran los efectos modificados de las condiciones microclimáticas.
- Valoración biológica, es con basa a las sensaciones humanas, introduciendo los datos del ambiente a una gráfica bioclimática, en intervalos regulares, donde se obtiene un diagnóstico de la región, con la importancia relativa de los diversos elementos climáticos. El resultado del proceso descrito es tabulado en una bitácora, a partir del cual, se logra información acerca de cómo tomar las medidas más convenientes para recuperar el grado de comodidad en cualquier época del año.
- Soluciones tecnológicas adecuadas, son las que se encuentran una vez que los requisitos quedan establecidos.

Aplicación de las conclusiones extraídas en las tres primeras fases, estas permiten conocer el grado de equilibrio bioclimático de la vivienda.

- Para examinar el grado de adaptabilidad higrotérmica de la vivienda a su entorno, la arquitectura permite abordar el estudio de los principios de comodidad térmica.

### 2.2.1 Vivienda higrotérmica

Sobre la adaptabilidad higrotérmica de la vivienda a decir de Stewart et al (2014), es necesario precisar un marco conceptual, que sirva como referente dentro del trabajo. En primera instancia se menciona a la temperatura de comodidad, como la temperatura necesaria por razones biológicas.

El cuerpo humano tiene un sistema termorregulador que conserva su temperatura en  $37.00^{\circ}\text{C}$ ; si la temperatura ambiente aumenta con respecto a los parámetros de Fanger, como se da en un clima tropical, como es el caso de Tampico, el organismo siente calor y transpira.

Indica Rodríguez (2002), que la evaporación del sudor roba calor a la piel a razón de 540 calorías por gramo de sudor evaporado, lo cual enfría la piel equilibrando la situación de exceso de calor; por el contrario, si la sensación de temperatura es baja, el organismo no tiene otro mecanismo, sólo gastar más energía interna, para compensar la sensación de frío.

De igual manera, el calor que recibe el cuerpo desde el exterior tiene dos orígenes: la temperatura del aire  $T$  y la temperatura radiante media  $T_{rm}$  de losas, muros y objetos que lo rodean; esta sensación térmica se ve afectada por la humedad relativa  $HR$ , y el movimiento del aire alrededor del cuerpo.

La sensación térmica conocida generalmente como temperatura de comodidad o neutral  $T_n$ , depende de cuatro factores bien definidos que son: temperatura del aire, temperatura de radiación de los elementos interiores, humedad del aire y la velocidad del mismo.

La temperatura de radiación según Ochoa (2003), es uno de los cuatro factores que no dependen de la temperatura del aire; queda comprobado en la práctica que ésta empieza a influir desfavorablemente cuando es mayor de  $3.00^{\circ}\text{C}$  por arriba o por debajo de la temperatura del aire.

Con base a las investigaciones realizadas en los países desarrollados Taleghani et al (2014), determina que la temperatura del aire en la cual el cuerpo humano se siente en equilibrio térmico, es aproximadamente  $20.00^{\circ}\text{C}$ , por lo que a esta temperatura se le denomina temperatura neutral  $T_n$ .

Cabe hacer la aclaración que para el presente trabajo de investigación la  $T_n$  depende de las zonas de comodidad térmica a emplear según métodos adaptativos. Coinciden pequeñas diferencias entre mujeres y hombres, entre niños y adultos, entre gente que se alimenta principalmente de carbohidratos o de proteínas. Sin embargo estas diferencias no superan los  $2.00^{\circ}\text{C}$  siempre que la humedad del aire es media entre el 50.00 y el 60.00% y la velocidad un metro/segundo; todo esto con una vestimenta de tipo medio.

Según Szokolay (2008), algunas reacciones subjetivas para varias velocidades del aire se observan en la tabla N° 1:

Tabla N° 1  
**Reacción por variación de la velocidad del aire**

| Rango de velocidad | Sensación     |
|--------------------|---------------|
| Menor de 0.25 m/s  | Imperceptible |
| De 0.25 a 0.50 m/s | Agradable     |
| De 0.50 a 1.00 m/s | Perceptible   |
| De 1.00 a 1.50 m/s | Desagradable  |
| Mayor de 1.50 m/s  | Muy molesto   |

**FUENTE:** Szokolay. (2008).

El movimiento del aire influye, porque a mayor velocidad, se activa la evaporación del sudor sobre la piel por lo cual ésta se enfría, dando la impresión de que la temperatura ambiente es menor.

Brown (2000), comenta que la humedad del aire influye inversamente, porque a mayor humedad hay más dificultad para evaporar ese sudor, por lo cual la sensación térmica sube.

Sin embargo, estas variaciones no son muy marcadas, porque la velocidad del aire no se puede aumentar desmesuradamente en el interior de las viviendas, ni disminuir la humedad a voluntad. Así pues, Taleb y Abu-Hijleh (2013), consideran que un movimiento del aire inferior a 1 m/s y una humedad relativa comprendida entre el 35.00 y el 75.00% es ideal, y mejora el equilibrio térmico si la temperatura a su alrededor es de  $20.00 \pm 2.00^{\circ}\text{C}$ .



Mantener esta temperatura al interior de las viviendas es fácil cuando el clima es benigno, pero no lo es cuando la  $T$  es baja porque en tal caso hay que producir forzosamente calor adicional en forma de calefacción. Tampoco lo es cuando la  $T$  es alta, porque hay que refrescar, como se indica en la siguiente tabla N° 2.

Tabla N° 2  
**Condiciones para la adaptabilidad higrotérmica según Norma ISO 7730**

| Condiciones                     | Invernales    | Veraniegas       |
|---------------------------------|---------------|------------------|
| Temperatura operativa ( $T_o$ ) | 20.0° - 24.0° | 23.00° - 26.00°C |
| Velocidad del aire ( $V_a$ )    | < 0.15 m/s    | < 0.25 m/s       |
| Humedad relativa (HR)           | 50.00%        | 50.00%           |

**FUENTE:** Norma ISO 7730. (2010).

Xie et al (2013), infiere que los métodos para determinar las condiciones de adaptabilidad higrotérmica se desarrollan desde fines del siglo XIX, y a partir de estos se implementan normas o sugerencias de valores de los factores del clima dentro de los cuales el ser humano siente comodidad higrotérmica.

En Inglaterra está definido en un rango de la temperatura del aire en contacto con el cuerpo humano entre 14.40 y 21.10°C, en los Estados Unidos de Norteamérica entre 20.50 y 26.70°C, y en los trópicos entre 23.30 y 29.40°C, y en todos los casos con humedades relativas entre 30.00 y 70.00%.

De igual manera, la temperatura al exterior en la sombra propuesta por Olgyay (2004), se encuentra desde los 18.00°C en el nivel inferior, hasta los 26.00°C. A partir de este rango de comodidad higrotérmica, se analiza la temperatura media mensual, si está dentro de este rango no existe requerimiento alguno de calefacción o de enfriamiento.

Si el caso es opuesto, entonces se tiene una temperatura media mensual mayor al rango superior de la zona de comodidad universal que es de 26.00°C; entonces se consideran los grados que sobrepasaron el rango de comodidad térmica del cuerpo humano.

Por lo tanto para determinar los requerimientos de calentamiento, el bienestar del usuario o los requerimientos de enfriamiento, se utilizan en el ámbito universal los siguientes rangos de temperatura, según sensación higrotérmica, como se aprecia en la tabla N° 3 a continuación.

Tabla N° 3  
**Sensación higrotérmica en un ambiente según  
Temperatura, humedad relativa y movimiento del aire**

| T<br>°C | HR<br>% | Velocidad del aire<br>metros/segundo | Sensación<br>Térmica<br>°C | Sensación de<br>Comodidad |
|---------|---------|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 25.00   | 100.00  | 0.10                                 | 25.00                      | caluroso                  |
| 25.00   | 100.00  | 0.10                                 | 24.00                      | caluroso                  |
| 25.00   | 100.00  | 1.00                                 | 23.00                      | tibio                     |
| 25.00   | 100.00  | 1.50                                 | 22.20                      | tibio                     |
| 25.00   | 80.00   | 0.10                                 | 23.50                      | tibio                     |
| 25.00   | 80.00   | 0.50                                 | 23.00                      | tibio                     |
| 25.00   | 80.00   | 1.00                                 | 22.00                      | agradable                 |
| 25.00   | 80.00   | 1.50                                 | 21.30                      | agradable                 |
| 25.00   | 60.00   | 0.10                                 | 22.80                      | agradable                 |
| 25.00   | 60.00   | 0.50                                 | 22.00                      | agradable                 |
| 25.00   | 60.00   | 1.00                                 | 21.20                      | agradable                 |
| 25.00   | 60.00   | 1.50                                 | 20.50                      | agradable                 |
| 25.00   | 40.00   | 0.10                                 | 21.30                      | agradable                 |
| 25.00   | 40.00   | 0.50                                 | 21.50                      | agradable                 |
| 25.00   | 40.00   | 1.00                                 | 20.00                      | agradable                 |
| 25.00   | 40.00   | 1.50                                 | 19.00                      | agradable                 |
| 20.00   | 10.00   | 0.10                                 | 19.00                      | agradable                 |
| 20.00   | 10.00   | 0.50                                 | 18.50                      | agradable                 |
| 20.00   | 10.00   | 1.00                                 | 17.30                      | frío                      |
| 20.00   | 100.00  | 1.50                                 | 16.20                      | frío                      |
| 20.00   | 60.00   | 0.10                                 | 18.00                      | frío                      |
| 20.00   | 60.00   | 0.50                                 | 17.10                      | frío                      |
| 20.00   | 60.00   | 1.00                                 | 16.00                      | frío                      |
| 20.00   | 60.00   | 1.50                                 | 15.00                      | frío                      |

**FUENTE:** (Tesis Doctoral) Vivienda tradicional de la Región Purépecha. González (2013).

### 2.2.2 Tasa metabólica del cuerpo humano

La tasa metabólica o metabolismo (M) es el motor del cuerpo. Para Neila (2004), es un factor térmico que está relacionado con la capacidad del cuerpo humano de producir calor de un modo semejante al de un motor, es la fuente



de energía del cuerpo, y la cantidad de energía que libera depende de la cantidad de actividad muscular.

Por lo tanto Daintith (2001), expresa que una de las definiciones más específicas es la que aparece en el diccionario especializado de Biología, en el cual se afirma que el metabolismo basal es el gasto mínimo de energía necesario para mantener los procesos vitales como circulación, respiración, entre otros, se mide en calorías o en Julios por metro cuadrado de superficie del cuerpo, por hora, y se mide bien sea directamente por la producción de calor, o indirectamente por el consumo de oxígeno. Las hormonas tiroideas son las principales reguladoras de la tasa metabólica basal.

En diversas investigaciones sobre el nivel de actividad y el metabolismo, se llega a establecer algunos valores del gasto energético, por lo que se puede encontrar una gran cantidad de tablas. Estas tablas son muy utilizadas por los especialistas, ya que posibilitan un cálculo bastante aproximado del metabolismo y del gasto energético, según la intensidad del trabajo, la posición, los movimientos del cuerpo y las actividades específicas, (Ver Anexo N° 1).

Usualmente, para Middel et al (2014), el metabolismo es medido en Met,  $1 \text{ Met} = 58.15 \text{ W/m}^2$  de superficie del cuerpo. Un adulto normal tiene una superficie de  $1.7 \text{ m}^2$  y una persona en la comodidad térmica con un nivel de actividad de 1 Met tiene una pérdida de calor de aproximadamente 100 W.

Mientras se duerme, el metabolismo está en su nivel más bajo, 0.8 Met mientras que durante actividades deportivas frecuentemente alcanza los 10 Met.

De igual manera para Simancas (2003), al valorar la tasa metabólica de un individuo es importante usar un valor medio de las actividades que la persona realiza dentro de la última hora.

Ya que el cuerpo humano es un generador de calor constante. Para Chávez (2002), una persona en reposo y con su gasto energético al mínimo, es decir, únicamente para mantener su organismo vivo o metabolismo basal genera entre 65 y 80 Watts de calor dependiendo de sus sexo, edad y

superficie corporal; mientras que una lámpara eléctrica incandescente de 60 W emite aproximadamente 55 W de calor.

Es por esto que el ser humano genera la energía que requiere para conservar su cuerpo vivo y activo a partir de los alimentos y del oxígeno, que a lo largo de complejas reacciones químicas se convierte en calor. Así, alrededor del 50.00% de la energía de los alimentos, ya desde el inicio del proceso, se transforma en calor y el otro 50.00% en trifosfato de adenosina (ATP), del cual la mayoría también se convierte en calor al pasar a formar parte de los sistemas metabólicos celulares que sólo aprovechan una pequeña parte de la energía restante; al final prácticamente toda la energía, de una forma u otra, se transforma en calor dentro del organismo, excepto una fracción, generalmente muy pequeña, que lo hace fuera a partir del trabajo externo que realiza el hombre.

Por lo tanto, hombre con una complexión física normal en reposo genera unos 115 W de calor; caminando por una superficie plana a una velocidad de entre 3.5 y 5.5 km/h genera de 235 W a 360 W; pero si acelera el paso a más de 7 km/h el calor que genera oscila alrededor de los 520 W. En un trabajo muy dinámico la producción de calor puede sobrepasar los 900 W, así los deportistas de alto rendimiento que realizando una actividad muy intensa, pueden alcanzar los 2000 W durante unos minutos.

A decir de lo anterior, la eficiencia mecánica del ser humano es baja, ya que entre el 75.00% y el 100.00% de la energía que produce y consume para efectuar sus actividades se convierte en calor dentro de su organismo, esto depende del tipo de actividad, al que hay que agregar el calor producido por el metabolismo basal necesario para mantenerse vivo. Sin embargo, hay que mencionar que la generación continua de calor metabólico no garantiza la temperatura interna mínima necesaria para la vida y para la realización de las actividades.

Cuando el usuario de la vivienda se encuentra expuesto a determinadas situaciones de frío, las bajas temperaturas pueden llegar a ser un peligro. Sin embargo, por lo general los ambientes de altas temperaturas son mucho más peligrosos que los fríos, pues es más fácil protegerse del frío que del calor.

La temperatura interna o central, es decir, la de los tejidos profundos del organismo, es el promedio ponderado de las diferentes temperaturas de las partes y órganos del cuerpo. Estas temperaturas toman diferentes valores según la actividad, la parte del cuerpo y la hora, oscilando con ritmo circadiano, y manteniéndose dentro de  $\pm 0.60^{\circ}\text{C}$  aproximadamente, salvo enfermedad febril e incluso si el individuo queda expuesto a temperaturas de bulbo seco tan bajas como  $12.00^{\circ}\text{C}$ , o tan altas como  $60.00^{\circ}\text{C}$ .

### 2.2.3 La vestimenta, el valor Clo del usuario

Para el cálculo del valor Clo, la ropa o vestimenta constituye un factor de protección y obstáculo energético frente a la radiación solar, las bajas temperaturas y el viento. La vestimenta reduce la pérdida de calor del cuerpo, por ello incide en el equilibrio térmico entre una persona y el medio que le rodea.

En algunos casos el efecto puede ser positivo, pero en otros negativo, debido a las disminuciones o a los incrementos de los efectos del exterior sobre un individuo. Esto depende de las características de las telas y de la cantidad de ropa que influyen en el grado de aislamiento del cuerpo.

Hedquist y Brazel (2014), expresan que la unidad más utilizada para medir el aislamiento de ropa es la llamada unidad Clo, pero la unidad más técnica,  $\text{m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$  también se ve frecuentemente,  $1 \text{ Clo} = 0.155 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$ .

La escala del Clo se designa desde una persona desnuda que tiene un valor de Clo de 0.0 a alguien que lleva un traje comercial típico que tiene un valor de Clo de 1.0. El valor de Clo puede calcularse si la vestimenta de las personas y los valores del Clo para las prendas individuales son conocidos, simplemente se van sumando, (Ver Anexo N° 2).

Otros factores que impactan en la adaptación térmica son: sexo, edad y la constitución corporal o peso. Estos tres factores pueden ser considerados como factores de tolerancia, ya que llegan a determinar el nivel de adaptación térmica de las personas y sus sensaciones. Estas sensaciones a su vez se

expresan a través del calor, frío o sofocamiento, los cuales pueden llegar a imposibilitar la recuperación física de un individuo ante cualquier trabajo mental o físico.

Para estudios de comodidad, Manríquez (2003), indica que el peso o la constitución corporal se consideran en el cálculo de las formas de intercambio de calor entre una persona y su medio; no obstante, éste es utilizado en razón de la superficie, la cual está dada en función del peso y la altura de la persona.

Otro factor importante dentro del bienestar térmico es la aclimatación, que se considera como un factor de tipo personal en el análisis de las respuestas fisiológicas del hombre al clima, ya que logra incidir en la producción metabólica de calor durante el período en que el individuo está expuesto ante determinadas condiciones ambientales. Sin embargo, es un aspecto para el que no se establecen valores que puedan ser utilizados en las fórmulas de estimación del índice de comodidad térmica.

De acuerdo con Perini y Magliocco (2014), en los resultados obtenidos se observa que el hombre, al ser expuesto repentinamente a una temperatura de 13.50°C, genera un 64.00% más de calor que cuando está en condiciones de comodidad. No obstante, al mantener esta temperatura por 31 días, el nivel de producción de calor desciende entre 30.00 y 40.00%. De acuerdo con esto, se puede afirmar que en la medida en que transcurren los días el cuerpo ya no necesita generar tanto calor para adaptarse al medio frío al que está expuesto.

Aunque se desconocen datos concretos de la aclimatación del cuerpo humano al calor que puedan ser utilizados en el índice de comodidad, algunos estudios establecen que en países con climas como el de tipo mediterráneo, donde se dan las cuatro estaciones, las personas modifican su sentido de apreciación del calor o del frío según la variación del ritmo vital en la medida en que se adaptan al nuevo período estacional. Ramaswami et al (2012), sostienen que la situación geográfica influye en la sensibilidad térmica de una persona, pues si vive en un lugar frío tolera más las bajas temperaturas y menos las altas asimismo, de acuerdo a la época del año, una misma

temperatura puede generar sensaciones muy distintas; en efecto, el frío se tolera mejor en invierno que en el verano.

El hombre tiene un auténtico sistema regulador de temperatura que asegura que la temperatura del centro del cuerpo se mantenga en aproximadamente 37.00°C. Cuando la temperatura del cuerpo sube demasiado, se ponen en marcha dos procesos: primero se dilatan los vasos sanguíneos incrementando el flujo de la sangre a través de la piel y como consecuencia la persona empieza a sudar.

El sudar es un mecanismo de enfriamiento eficaz, porque la energía requerida por el sudor para evaporarse se toma de la piel. Sólo unas décimas de grado de aumento de la temperatura del centro del cuerpo bastan para estimular una producción de sudor que cuadruplica la pérdida de calor del cuerpo. Si el cuerpo disminuye sensiblemente su temperatura, la primera reacción es vaso-constricción de los vasos sanguíneos, donde se reduce el flujo de la sangre a través de la piel.

La segunda reacción es incrementar la producción de calor interna estimulando los músculos, lo que causa el estremecimiento logrando temblores. Este sistema también es muy eficaz, y puede aumentar la producción de calor considerablemente.

Pero para Li et al (2014), el sistema del control que regula la temperatura del cuerpo es complejo, y aún no se entiende del todo. No obstante se sabe que los dos sistemas sensoriales que intervienen en regulación de la temperatura corporal se localizan en la piel y en el hipotálamo. El sensor del hipotálamo es un sensor de calor que inicia la función del enfriamiento del cuerpo cuando la temperatura del centro excede los 37.00°C; los sensores de la piel son sensores de frío que envían señales de defensa contra el enfriamiento cuando la temperatura de la piel baja de los 34.00°C. Si los sensores de calor y frío dan señales simultáneas, el cerebro inhibe una o ambas de las reacciones de defensa del cuerpo.

Son dos las condiciones que deben cumplirse para mantener la comodidad térmica: la primera es que la combinación actual de temperatura

de la piel y la temperatura del centro del cuerpo proporcione una sensación de neutralidad térmica. La segunda es el equilibrio del balance de energía del cuerpo: el calor producido por el metabolismo debe ser igual a la cantidad de calor perdido por el cuerpo.

La relación entre los parámetros: temperatura de la piel, temperatura del centro del cuerpo y actividad, que resulta en una sensación térmicamente neutra, se sustenta en un gran número de experimentos; durante estos experimentos la temperatura del centro del cuerpo, la temperatura de la piel y la cantidad de sudor producidos están medidas a diversos niveles de actividad, mientras las personas de la prueba están térmicamente cómodas.

Cuando se evalúa un lugar de estancia, sobre la temperatura de comodidad (tco), se define como: la temperatura equivalente donde el usuario tiene una sensación térmica cómoda o higrotérmica. Raramente se emplea la expresión sobre la humedad cómoda, esto es en parte debido a la dificultad de sentir la humedad en el aire.

A decir de Sodoudi et al (2014), es importante destacar que la adaptabilidad higrotérmica busca en principio el equilibrio térmico entre el hombre y su medio, para lo cual se requiere de una serie de mecanismos reguladores como la producción o la pérdida de cierta cantidad de calor, dependiendo de los procesos metabólicos, del desprendimiento de calor por evaporación o de los intercambios por radiación, convección o conducción que se dan entre el cuerpo humano y los elementos que conforman el entorno inmediato.

Dentro del diseño bioclimático, los elementos de transmisión térmica no deben ser ignorados, ya que para mantener la temperatura corporal interior, se debe dar un proceso de búsqueda del equilibrio entre la cantidad de calor producido y ganado por el cuerpo y el disipado hacia el ambiente, gracias a los mecanismos de transferencia necesarios.

Las temperaturas de comodidad se adaptan al período nocturno, con un intervalo diferente del período diurno. Hay fuertes indicios de que esta diferenciación es realmente necesaria, pero tal vez no sea suficiente.

Adicionalmente, Rodríguez (2002), informan que es evidente que en seres humanos, la hormona melatonina es capaz de reducir la temperatura corporal y alterar determinadas curvas de respuestas en relación a los ciclos de luz y oscuridad.

Cuando el ser humano se duerme, su temperatura baja, favoreciendo la acción de dormir. Después de alrededor de 3 horas ya de madrugada, la glándula pineal situada en el centro del cerebro, libera la melatonina, que es la hormona responsable de abrir las puertas al sueño, y mejorar la calidad del mismo sueño. Al amanecer la luz inhibe las actividades de la glándula pineal que reduce la producción de melatonina.

Numerosos trabajos demuestran que en función de la intensidad de la luz recibida por la retina y del tiempo de exposición, la melatonina se produce en la noche a una hora concreta. De esta manera, cuando se expone el ser humano al sol desde la mañana la melatonina es segregada un poco más temprano por la noche, una pequeña exposición por la tarde provoca una secreción más tardía. El cuerpo humano obedece a relojes internos escondidos dentro del hipotálamo. Cuando los ritmos naturales son alterados, el organismo se siente confuso.

El trabajo nocturno a decir de Roriz (2003), la manera de vivir, las desveladas de fin semana o los viajes que implican grandes cambios horarios, pueden provocar disturbios de sueño.

Sobre los ritmos circadianos, Peña (2007), mencionan que el organismo humano desarrolla un proceso endógeno cuya periodicidad se aproxima al medio ambiente produciendo relativa adaptación en el dominio temporal. El ritmo endógeno es capaz de oscilar por sí mismo. Si el organismo es aislado y colocado en condiciones artificiales constantes, el período del ritmo biológico se desvía ligeramente del proporcionado por el ambiente, mostrando que tiene su propia periodicidad.

El ritmo circadiano es sincronizado por la periodicidad de las horas del día a través de sincronizadores de tiempo externos. El más potente de estos sincronizadores es el ciclo día-noche. Watson & Labs (1983), apuntan que la

temperatura es otro importante factor sincronizador y comenta sobre la variabilidad de las funciones biológicas y comportamiento a lo largo de las veinticuatro horas del día, haciendo que las personas tiendan a responder de forma diferente a una misma situación de trabajo de acuerdo al momento del día en que ocurre.

#### **2.2.4 Efectos térmicos de los materiales de construcción**

Es la relación entre el flujo calórico y la repartición de la temperatura al interior de la vivienda que responde a un conjunto de fenómenos termofísicos. A tal efecto, las propiedades de los materiales y sus componentes, que afectan el intercambio de calor, condicionan las modificaciones climáticas producidas en la envolvente de la vivienda, y las transformaciones térmicas que resultan de la interacción del ambiente exterior con la envolvente interior.

Los estudios térmicos de varios investigadores coinciden que las pérdidas de calor por la envolvente de la vivienda se distribuyen aproximadamente en un 25.00% por la cubierta, 35.00% muros, 1.50% pisos, 10.00% ventanas y 15.00% infiltraciones de puertas y otros, y no por variación climatizada. Pero, para Varela (2003), la ganancia de calor en la vivienda depende de efectos térmicos de los materiales de construcción, que son cuatro transmitancia, factor ganancia, retraso y admitancia, la explicación de cada uno aparece a continuación.

En primera instancia la transmitancia viene a ser el flujo de calor que se conduce a través de los materiales desde la cara exterior a la cara interior de la envolvente, por unidad de temperatura y por unidad de superficie. No corresponde a los materiales expuestos a la radiación solar, que calienta su superficie, ya que el flujo de calor depende de las diferencias de temperatura del aire a ambos lados de losa y muro. Se determina por el valor K, que es la cantidad de calor que se transmite a través de la unidad de espesor de un material, cuando la diferencia de temperatura entre ambas caras es de un grado; llamada también la K conductancia térmica, conductividad térmica.



El factor ganancia, es la proporción de la radiación solar incidente que se transmite a través de los materiales cuando la temperatura del aire es igual en ambos lados de dicho material. En este caso el flujo de calor depende solamente de la radiación solar incidente y no de la temperatura del aire.

Dicha proporción de la radiación solar transmitida influye en la temperatura del material y en el calentamiento del aire y otras superficies interiores. El factor de ganancia solar está estrechamente relacionado con el comportamiento térmico, ya sea con muros opacos o muros transparentes o translúcidos.

De igual manera el retraso es la demora que transcurre entre el pico de temperatura de la cara exterior del material y el pico de temperatura de la cara interior cuando los materiales están sujetos a fluctuaciones periódicas de temperatura.

La diferencia que surge de la relación entre la amplitud de temperatura interior y exterior se denomina amortiguamiento térmico o factor de disminución. La diferencia en tiempo entre los picos de temperatura exterior o interior se denomina retraso térmico. Las características térmicas de los materiales que determinan el retraso son conductividad y la capacidad térmica.

La admitancia, también determinada como coeficiente de acumulación térmica, que es la característica que presenta una superficie de recibir calor del aire o suministrar calor hacia el aire bajo variaciones cíclicas de temperatura. La admitancia es el flujo de calor en Watts por  $m^2$  de superficie y por grado de diferencia de temperatura entre el aire y la superficie,  $W/m^2 \cdot 0^\circ C$ ; las mismas unidades que K, transmitancia térmica.

El aprovechamiento de la radiación solar a través de sistemas solares de ganancia directa provoca un aumento inevitable en la temperatura interior. Para evitar variaciones excesivas es aconsejable el uso de superficies de gran admitancia capaces de disminuir las variaciones excesivas. Durante los horarios nocturnos, esta misma propiedad evita la caída excesiva de la temperatura interior, favoreciendo un equilibrio térmico que mantiene las

condiciones interiores más cómodas. Asimismo los materiales presentan por medio de estas características ciertos valores de eficiencia que a continuación se presentan.

#### **2.2.4.1 Eficiencia térmica de la envolvente**

La eficiencia de cubiertas y muros o la envolvente, en el control o modificación del comportamiento térmico de la vivienda, se define para Stewart et al (2014), por la manera en que los materiales empleados absorben, transmiten y acumulan energía, a continuación se explican cada uno.

Se entiende a la absorción térmica, como la característica de la superficie que determina la proporción de la radiación incidente absorbida. La proporción no absorbida es reflejada. La absorción ocurre dentro del material, no solamente en su superficie, y depende de la forma de radiación y de las características de los materiales. Se expresa como fracción o porcentaje.

Por la tanto la conductividad térmica, es el flujo de calor que atraviesa según su superficie. Su espesor y la diferencia de temperatura entre ambas caras de las cubiertas o muros, se mide como flujo de calor en Watts, por metro cuadrado de superficie, por metro de espesor y por grado de diferencia de temperatura entre las caras opuestas. La característica recíproca de la conductividad térmica es la resistividad.

La capacidad térmica, es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una unidad de volumen en un grado de diferencia de temperatura. La capacidad térmica es el producto de la densidad y la capacidad térmica específica y se mide en Joules por metro cúbico.

Para comprender mejor la eficiencia térmica de la envolvente, es cuando recibe una cantidad importante de radiación solar durante el día.

La radiación solar calienta la superficie exterior de la cubierta y muros y dicho calor es absorbido y transmitido lentamente hacia la superficie interior, siempre y cuando ésta tenga una temperatura inferior. Tiempo después de

que la envolvente recibió la mayor cantidad de energía, es decir, durante la noche, su superficie interior alcanza la mayor temperatura posible, contribuyendo a calentar el espacio interior o entorno medio radiante. Para ese momento la envolvente ha almacenado una cantidad importante de energía, por lo que seguirá radiando calor hacia el interior durante varias horas después de que la superficie exterior haya dejado de recibir radiación.

De noche el muro pierde calor también de la cara exterior, pero aún, si la temperatura exterior desciende lo suficiente, una parte importante de éste calor continuará ingresando al espacio interior por transmitancia térmica.

Para medir de manera objetiva el efecto de masa térmica se han definido dos conceptos que operan en régimen dinámico y actúan en forma simultánea: el retraso térmico y el amortiguamiento térmico.

#### **2.2.4.2 Inercia térmica de la envolvente**

La Inercia térmica en la envolvente de la vivienda para Ochoa y Marincic (2003), se refiere a las moléculas de los materiales de mayor energía cinética, que transmiten parte de esta a las moléculas contiguas de menor energía. Es decir se produce la transmisión desde las de mayor a las de menor intensidad calorífica. Es la propiedad que indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que la cede o absorbe del entorno; depende de la masa, del calor específico de sus materiales y del coeficiente de conductividad térmica de éstos.

Esta propiedad de cantidad de calor a decir de Jacobo & Vedoya (2006), se utiliza en construcción para conservar la temperatura del interior de los locales habitables más estable a lo largo del día, mediante muros y cubiertas de gran masa. Durante el día se calientan, y por la noche, más fría, van cediendo el calor al ambiente del local. En verano durante el día, absorben el calor del aire de ventilación y por la noche se vuelven a enfriar con una ventilación adecuada, para prepararlos para el día siguiente.

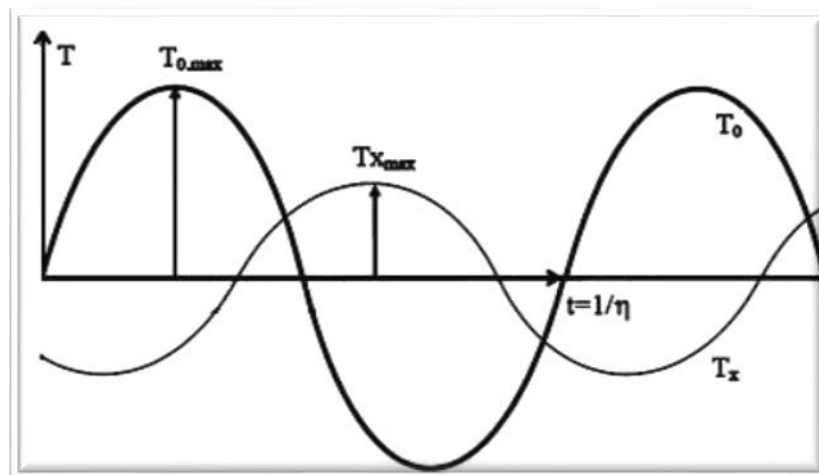
Desde el punto de vista de la reacción del material, la inercia térmica (IT), Roriz (2003), es la resistencia que ofrece el elemento a ser calentado. Mayor

masa térmica equivale a mayor resistencia a que aumente la temperatura ya que consigue repartir mejor el calor por todo él, teniendo que calentar más materia del elemento y no concentrarse sólo en la zona de contacto con el flujo térmico. El riesgo de combustión del elemento es menor mientras mayor es su inercia térmica y desplazamiento de calor.

El gráfico N° 40 muestra la curva de variación de la temperatura  $T_0$  de la cara exterior de la envolvente durante ciclos diarios,  $\eta$ : frecuencia, y también la curva de variación de la temperatura  $T_x$  de la cara interna de la envolvente de la vivienda, muros y cubierta.

Gráficamente es fácil entender qué es la amortiguación y el retardo de la onda, parámetros característicos de la masa térmica.

Gráfico N° 40  
Onda de temperatura de frecuencia  $\eta$   
En el exterior e interior de un espacio de la vivienda



FUENTE: Elaboración Propia.

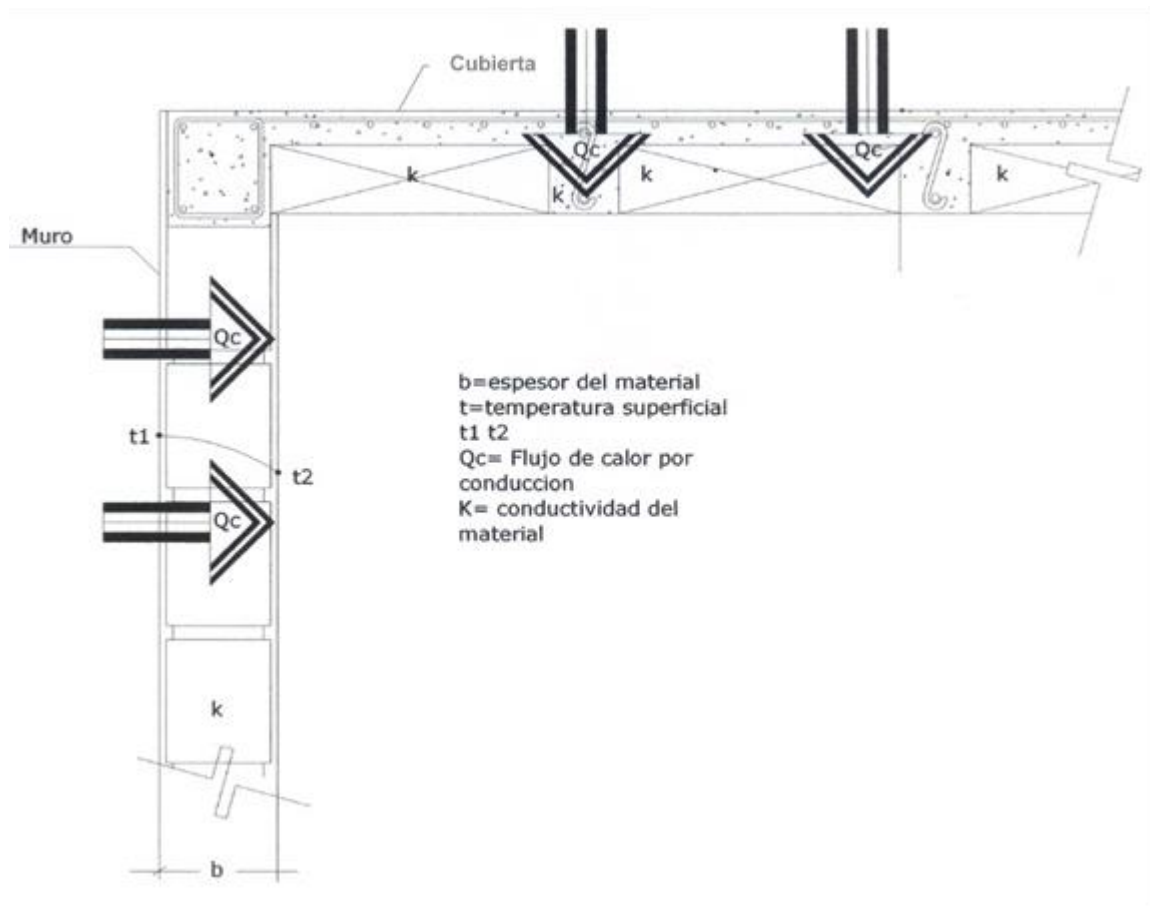
#### 2.2.4.3 Desplazamientos del calor al entorno medio radiante

Para lograr una buena inercia térmica se debe entender que el calor es una forma de energía que está asociada con el movimiento de átomos y partículas, puede desplazarse por conducción, transmitirse por convección y propagarse por radiación.

La vivienda al recibir la radiación solar en su envolvente la desplaza al interior el cual se determina como el entorno medio radiante de las siguientes maneras expresadas en los gráficos N° 41, 42 y 43, en las páginas 75-77 del trabajo.

Por conducción térmica que viene a ser el transporte de calor a través de la materia mediante intercambios de energía entre sus átomos; obviamente, no se puede producir en el vacío.

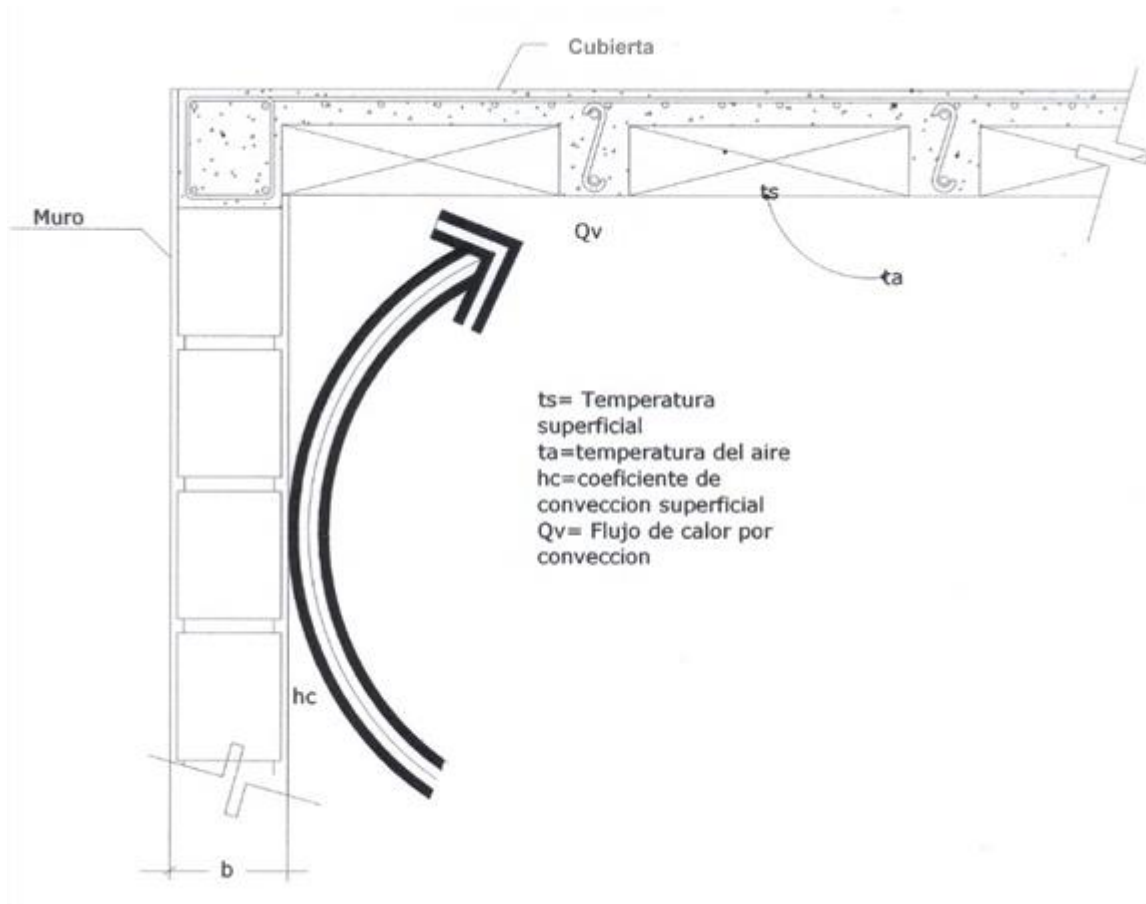
Gráfico N° 41  
**Conducción térmica en la vivienda**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

La convección térmica es el transporte del calor propio de la atmósfera terrestre y de los interiores de la vivienda, ya que es el transporte que producen los movimientos de las masas de aire calientes.

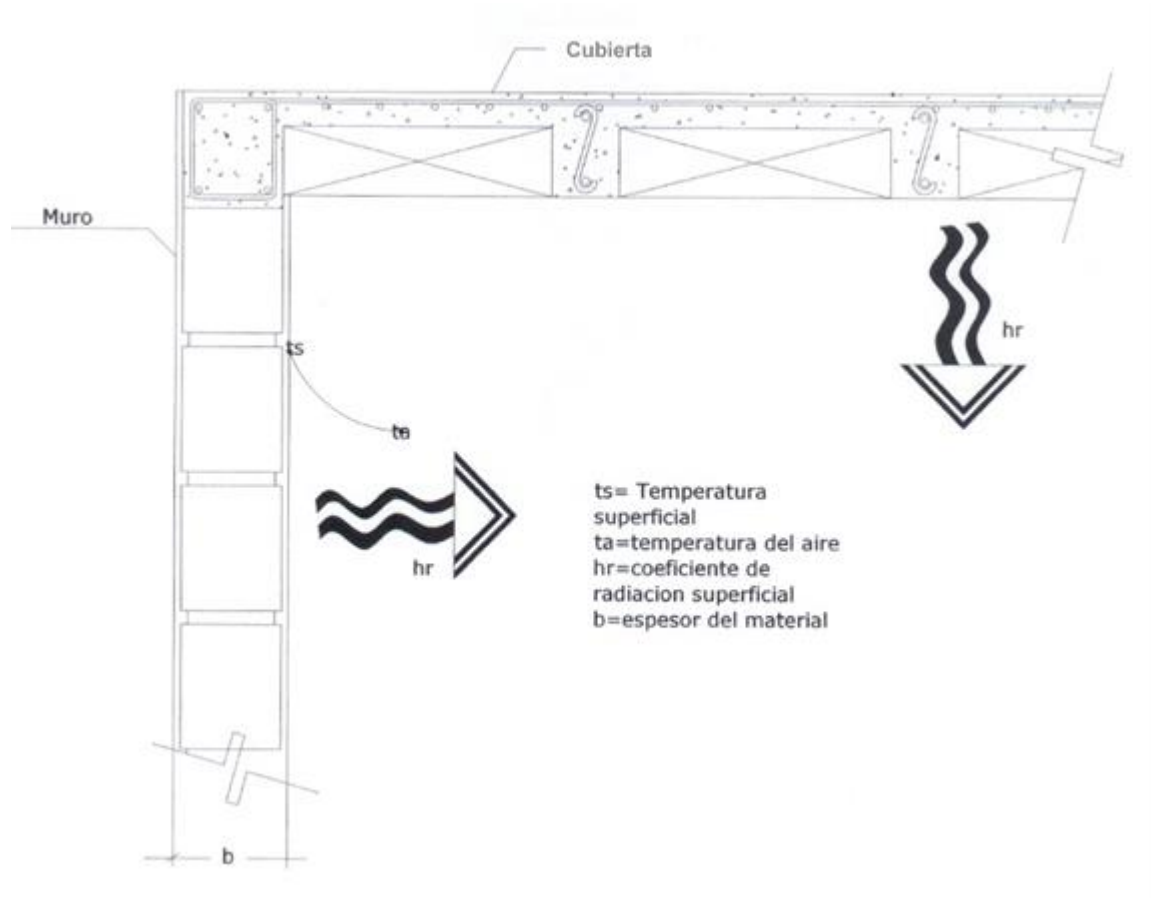
Gráfico N° 42  
Convección térmica en la vivienda



FUENTE: Elaboración Propia.

Y el último desplazamiento que se presenta es la radiación térmica que es el transporte del calor mediante ondas electromagnéticas a través del espacio vacío o del aire; es el sistema en que está basada la vida, ya que es el procedimiento por el que llega a la tierra el calor del sol, y al interior de la vivienda por el calor latente empieza revotar en el entorno medio radiante.

Gráfico N° 43  
Radiación térmica en la vivienda



FUENTE: Elaboración Propia.

#### 2.2.4.4 Opciones de arquitectura y su adaptabilidad climática

Para atenuar los desplazamientos de calor al interior de la vivienda se debe considerar los sistemas de climatización, que por sus características, se

denominan, como: sistemas pasivos, cuasipasivos, activos, híbridos, naturales, de autoclimatización, entre otros.

Existen varias definiciones acerca de lo que es un sistema pasivo. En sí, el término pasivo, se empieza a aplicar hace sólo unos cuantos años a aquellos sistemas de climatización ambiental que, en contraste con los complejos y sofisticados equipos de aire acondicionado o calefacción modernos, resultan muy simples, tanto en concepto como en funcionamiento y mantenimiento.

De hecho, tratan de ser lo menos dependiente posible de equipos auxiliares convencionales de apoyo, bombas, ventiladores y condensadores siendo, en la mayoría de los casos, totalmente independientes de éstos.

En consecuencia, los sistemas pasivos de climatización se caracterizan por la nula dependencia de energéticos convencionales como los de origen fósil, contribuyendo de manera contundente al ahorro y uso eficiente de los recursos renovables.

Los sistemas pasivos se determinan por formar parte de la estructura misma de la vivienda, aunque incorporados de tal manera a las características del medio ambiente, que pueden captar, bloquear, transferir, almacenar o descargar energía en forma natural y casi siempre autorregulable, según el proceso de climatización implicado.

Existen tres opciones cuando menos de adecuar la vivienda al clima para Staines (2007): opción pasiva, activa y la híbrida o convencional.

En primera instancia se ubica la opción pasiva, que se fundamenta en la no utilización de energías tradicionales, se empieza con la búsqueda de otras fuentes alternas como la utilización de ventanas adecuadas para dar respuesta al clima, fuentes o deshumidificadores del aire o torres de ventilación.

La opción activa, se refiere al modelo tecnológico y se sustenta sobre la base del derroche energético, un sin número de aditamentos mecánicos, eléctricos y digitales de alto consumo y bajo rendimiento como los aparatos



de aire acondicionado y de calefacción, estos se hacen necesarios cuando los materiales y procedimientos constructivos son antagónicos al clima.

Y por último se ubica la opción híbrida o convencional, que viene a ser la combinación de los dos modelos anteriores de manera racional retomando lo mejor de cada propuesta y adecuando en el caso de la opción pasiva a las condiciones si estas así lo requieren. En esta propuesta híbrida se considera el uso de la energía solar pasiva, activa y convencional como la electricidad y el gas de manera que el gasto sea racional, mínimo. Además de incorporar los aparatos que la tecnología descubra y que sean más eficientes con el entorno, al mismo tiempo una correcta orientación al momento de proyectar la vivienda, para minimizar costos de energía a emplear, si en su caso se requiere.

#### **2.2.4.5 La orientación en la vivienda**

La orientación de una vivienda responde a su destino, e imprescindible para lograr satisfactoriamente una arquitectura de opción pasiva: ya que la necesidad de luz natural, el interés a utilizar la radiación solar para calentar la vivienda o por el contrario, la necesidad de protegerla para que no se caliente, la presencia de vientos que puedan enfriarlo o calentarlo, son factores cuantificables y que deben considerarse cuando se decide cómo orientarla.

En arquitectura, se puede definir a la orientación como la combinación de las demandas de sol, luz, viento y vistas. La orientación inteligente de la estructura y aberturas de tamaño apropiado son dos decisiones inevitables cuando se diseña una vivienda.

Para lograrlo, comenta Morillón (2013), se debe tomar en consideración el ángulo solar a distintas horas del día y diferentes estaciones del año y los vientos que prevalecen. Para evaluar los efectos del viento en la vivienda, en el bienestar higrotérmico del usuario, sus variaciones anuales y mensuales, velocidad y temperatura, deben ser analizadas por dirección. Una vez que se encuentra la mejor orientación al sol y al viento por separado, es fácil realizar el emplazamiento de la vivienda para combinar a ambos, y esto se tipifica

mediante un modelo idóneo de adaptabilidad al lugar de la vivienda para un perfecto comportamiento térmico.

Para determinar el mejor emplazamiento o localización de una vivienda estudio de caso a decir de Grimme y Laar (2005), se debe obtener un análisis climático histórico lo más exacto posible, ya que éste corresponde a un ciclo dinámico y a las condiciones ambientales que están en constante cambio, de un momento a otro y de un lugar a otro suelen variar.

### **2.2.5 Estudios de medición y tipificación de la vivienda**

Toda medición de los factores ambientales interiores y exteriores, se contrastan con los valores recomendados por diversos autores, con el objeto de determinar los rangos de comodidad en que se ubican las viviendas y, de este modo establecer el comportamiento térmico de la vivienda a estudiar.

Fahmy (2009), indica que los estudios de medición se realizan de dos maneras: el teórico mediante simulación, y el que se realiza en condiciones reales de funcionamiento mediante experimentación científica, con instrumentos confiables.

De los factores ambientales a medir al interior, la T es el parámetro básico para la evaluación térmica de la vivienda como elemento del clima, es el parámetro que determina la transmisión de calor de un cuerpo a otro en forma comparativa por medio de una escala. Se utilizan, en general, tres tipos de escalas termométricas: los grados Centígrados, los grados Kelvin y los grados Fahrenheit.

La temperatura media radiante para Emmanuel (2006), es el promedio de las temperaturas de las superficies interiores del local y es tan importante como la T por la magnitud del intercambio de radiación infrarroja. En general, la  $T_{rm}$  suele ser similar a la del aire interior, pero si hay algunas superficies relativamente calientes como las cubiertas en verano o frías como los muros en invierno, conviene calcular la  $T_{rm}$  ponderada, según la temperatura  $T_n$ .

De igual manera la HR suele ser el factor sin influencias aparentes con valores entre el 40.00% y el 60.00%. Cuando los factores personales y ambientales son moderados, se considera satisfactorio el intervalo entre el 30.00% y el 70.00% de humedad relativa.

Para el análisis e interpretación del comportamiento térmico de la vivienda, existen diversas formas de analizar los factores ambientales y sus interrelaciones; entre los más conocidos están la hora-grado con mediciones a cada hora al interior y exterior de la vivienda de temperatura y humedad relativa.

En lo que se refiere al caso de investigación, menciona Hubbard (2014), una forma de evaluar la adaptabilidad higrotérmica de la vivienda, consiste en conocer los datos para un día típico de invierno y otro día típico de verano, ya que las épocas intermedias suelen tener climas menos rigurosos; igualmente es necesario realizar mediciones en caso de existir condiciones climáticas incómodas en otra época, como una estación de lluvias o de viento seco.

Considerando los meses críticos del año de monitoreo, en un ciclo de 24 horas que se suele repetir varios días seguidos, con las condiciones climáticas eventualmente más rigurosas. No se debe tomar en cuenta los valores extremos anuales. Es importante tomar en cuenta la variación diaria de las variables climáticas, como la temperatura y la humedad relativa, ya que algunas viviendas suelen mostrar una notable inercia térmica que equilibra dichas oscilaciones.

La hora-grado de medición para Jacobo & Vedoya (2006), no es un elemento del clima que se calcule y registre en un observatorio o estación meteorológica; sin embargo con fines arquitectónicos y de diseño, resulta importante incluir su medición en los elementos del clima, ya que estos valores determinan de manera simple, los requerimientos de calentamiento o enfriamiento de una localidad en forma mensual o anual, tomando como factor a la comodidad térmica, en relación con la temperatura media ya sea anual, de estación o mensual del sitio y la de aclimatación del hombre, al vivir por un período de varios años en el sitio de estudio.

Bajo dichas propuestas la zona de comodidad térmica local queda determinada y a partir de estos valores térmicos, toda temperatura media que esté arriba del límite superior tiene requerimientos de enfriamiento por demasía, restando los grados que rebasan el límite, lo que viene a ser en adelante del presente trabajo la diferencia térmica +.

Mientras que toda temperatura media mensual, que quede abajo del límite inferior de la zona de comodidad térmica local, tiene requerimientos de calentamiento por pérdida, y se determina en el presente trabajo como la diferencia térmica -, identificada por el número de días-grado del mes analizado. Posteriormente se pasa a los gráficos para determinar el comportamiento higrotérmico del espacio con mediciones en horas-grado y determinar las oscilaciones térmicas.

Las mediciones de la vivienda se tienen que obtener, ordenar y analizar en una bitácora para su futura interpretación mediante gráficas higrotérmicas.

Dichas mediciones que se recaban, deben seguir la secuencia de los instrumentos empleados, esto quiere decir, que si los instrumentos de medición presentan la temperatura expresada en °C con 3 posiciones decimales y la humedad relativa en % con 2 posiciones decimales; esa misma lógica de presentación de decimales se emplea en la realización de los gráficos de comportamiento higrotérmico en todo el trabajo de investigación con el fin de demostrar las temperaturas medias lo más fidedigno posible. Sin embargo, la interpretación en los resultados se puede expresar con sólo una posición decimal para ambos valores, ya que no afecta gráfico alguno, sólo se simplifica para el lector la interpretación de los mismos.

La descripción de la vivienda de cualquier investigación se esboza en una ficha tipológica, Gaite (2003), expresa que la ficha viene a ser el documento orientado a facilitar el ingreso de los datos requeridos, que permite un adecuado ordenamiento del conocimiento de los materiales y soluciones constructivas empleadas.

En donde la ficha tipológica describe de cada vivienda lo siguiente:

- N° de Ficha y vivienda
- Ubicación en el tejido urbano
- Localización
- Aspectos legales
- Identificación
- Sistemas constructivos
- Materiales
- Fachada principal
- Vista de la fachada principal
- Orientación
- Plantas arquitectónicas
- Selección de espacios para colocar los instrumentos de medición
- Cortes arquitectónicos
- Isométrico, especificando soluciones constructivas y sus materiales utilizados

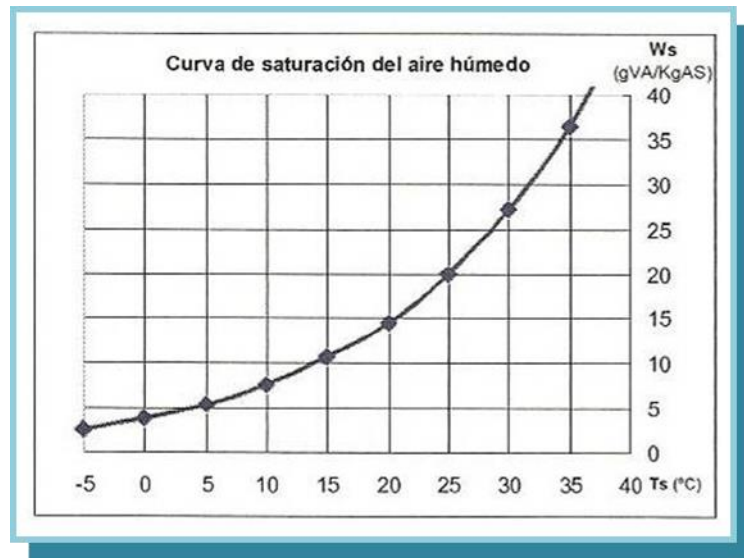
### 2.2.6 Diagrama psicométrico en Arquitectura

Entendiendo al aspecto psicométrico como expresan Filippi y Piccablotto (1996), como la rama de la ciencia que trata de las propiedades de la T y HR sobre los materiales, y la adaptabilidad higrotérmica.

En consecuencia, para poder ejercer un control sobre el ambiente térmico, mediante soluciones de diseño arquitectónico, constructivo o tecnológico, es necesario dominar los fundamentos físicos del calor y sus mecanismos de transmisión por diferentes medios, como son la radiación de superficies, la conducción y acumulación en sólidos, la convección en el aire y la evaporación del agua.

Por lo tanto un diagrama psicométrico es la representación gráfica de las combinaciones posibles de temperatura seca y humedad absoluta del aire, y su relación con otras propiedades físicas, se denomina diagrama psicrométrico o ábaco de Mollier, y puede tener el siguiente aspecto del gráfico N° 44.

Gráfico N° 44  
Diagrama psicrométrico o ábaco de Mollier



FUENTE: Guy-Fawcett (1975).

El ábaco psicrométrico, es uno de los esquemas más utilizados para la evaluación del comportamiento térmico, debido probablemente a la sencillez en su manejo, se trata de una gráfica que muestra la relación entre la temperatura del aire y su contenido de vapor de agua. Da la complejidad de los parámetros que intervienen en la comodidad y el evidente margen que existe a la hora de su definición, ya que se trata de un hecho estadístico, las condiciones interiores de comodidad, en función de parámetros ambientales, se tratan con diagramas en los que se señalan las zonas de bienestar de mayor o menor amplitud.

La temperatura efectiva sigue siendo un instrumento válido y práctico para delimitar la comodidad, sin embargo, la definición de Yaglou y Houghton, fijada como la idéntica sensación en un ambiente a 100.00% de humedad relativa, no proporciona un valor que se pueda relacionar con las temperaturas secas a las que se está acostumbrado a manejar, y las sensaciones que llevan acarreadas.

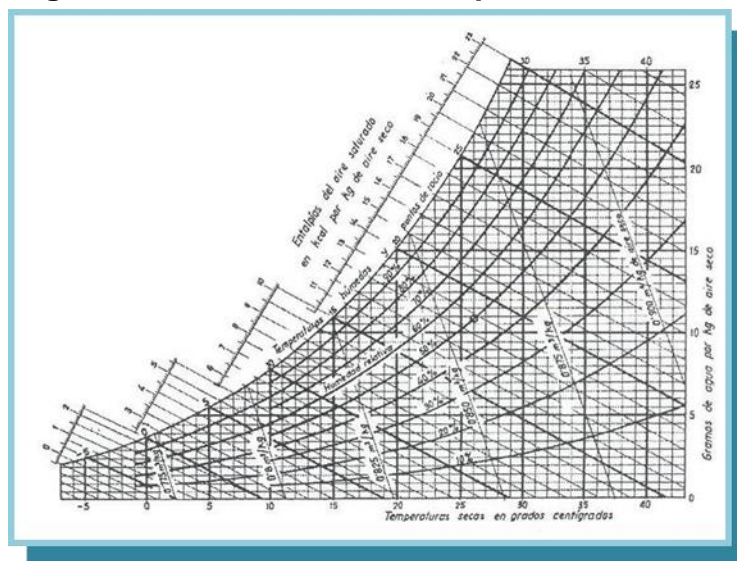
Para solucionarlo, un grupo de trabajo de la Universidad del Estado de Kansas (KSU), define una nueva temperatura efectiva, que se diferencia de la anterior en que su cálculo se efectúa a un 50.00% de la humedad relativa.

Con ello se consigue que la nueva temperatura efectiva se parezca mucho a la temperatura de bulbo seco y que, por tanto, la medida de la sensación de comodidad sea un dígito mucho más familiar.

El nuevo diagrama que es del año 1974, es la consecuencia de esta nueva temperatura, y se denomina ASRHAE-KSU. Tiene la estructura clásica de un diagrama psicrométrico en el que se encuentran definidas una zona de comodidad y las líneas de temperatura efectiva constante. Estas nuevas temperaturas efectivas se pueden conocer en función de la temperatura y la humedad relativa, aunque en este caso no aparece la velocidad del aire como variable; este diagrama está calculado para una velocidad del aire menor de 0.228 m/s. Las sensaciones para las temperaturas efectivas, se obtienen de la vestimenta del usuario, estas oscilan entre 0.4 y 0.6 Clo, y su grado de actividad está entre 1.0 y 1.2 Met.

Este diagrama aparenta ser francamente complejo, pero en la práctica se puede utilizar como una potente calculadora gráfica, que permite representar y cuantificar todos los procesos físicos que se pueden producir en el aire húmedo, los cuales pueden ser muy útiles e interesantes como aparece en el diagrama ASRHAE-KSU de temperaturas efectivas en el siguiente gráfico N° 45.

Gráfico N° 45  
**Diagrama ASRHAE-KSU de temperaturas efectivas**



**FUENTE:** Neila, F. Javier (2004).

Los parámetros psicométricos son punto de estudio de los fenómenos físicos y térmicos en el aire húmedo, como mezcla del aire seco y vapor de agua. Los parámetros que se estiman de una determinada masa de aire húmedo son los que se presentan en la tabla N° 4 a continuación.

Tabla N° 4  
**Parámetros de masa de aire húmedo**

| Símbolo | Nombre                        | Unidad             |
|---------|-------------------------------|--------------------|
| Ts      | Temperatura seca              | °C                 |
| W       | Humedad absoluta              | gVA/KgAS           |
| Ws      | Humedad de saturación         | gVA/KgAS           |
| HR      | Humedad relativa              | %                  |
| Tpr     | Temperatura de punto de rocío | °C                 |
| E       | Entalpía                      | KJ/Kg o Kcal/Kg    |
| Th      | Temperatura húmeda            | °C                 |
| Ve      | Volumen específico            | M <sup>3</sup> /Kg |

**FUENTE:** Neila, F. Javier (2004).

En donde la temperatura seca (Ts) es uno de los parámetros fundamentales, siendo muy sencilla su estimación mediante un simple termómetro.

El aire del ambiente de la vivienda no suele estar saturado de humedad. La proporción de vapor de agua se mide mediante su humedad absoluta (W), en (gVA/KgAS), y se puede representar como un punto en la zona inferior de la curva de saturación.

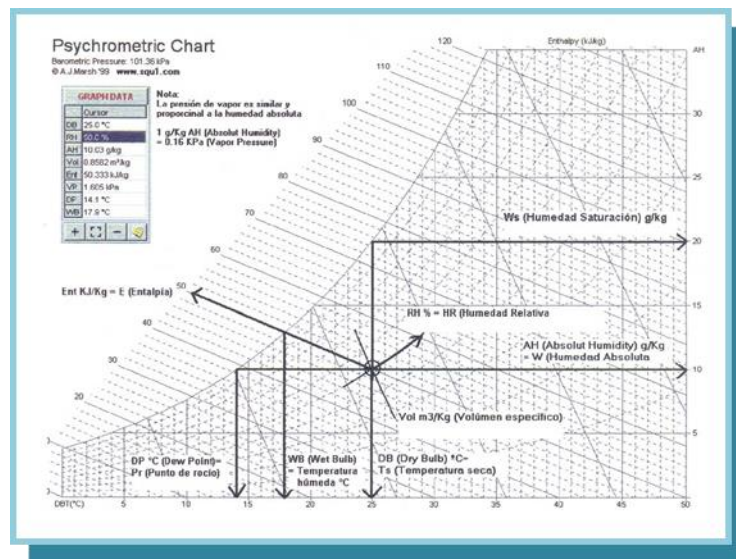
También es posible determinar su humedad relativa (HR), como porcentaje (%) de la humedad absoluta respecto a la humedad de saturación. Asimismo en el diagrama psicrométrico figuran las curvas de diferentes humedades relativas:  $HR = (W/Ws) \times 100$  [%].

La entalpía (E) es la cantidad de calor acumulado en una masa de aire (KJ/Kg o Kcal/Kg), debido a la suma del calor sensible (Qs), empleado en calentar el aire hasta su temperatura seca, más el calor latente (Ql) que absorbe su vapor de agua para pasar de líquido a gas.



Como puede presentarse los datos en la práctica, que una masa de aire húmedo con una temperatura seca  $T_s = 25.00^\circ\text{C}$ , y una humedad absoluta  $W = 10 \text{ g/Kg}$ , se puede representar como un punto del diagrama psicrométrico, para estimar los siguientes resultados del gráfico N° 46.

Gráfico N° 46  
Carta psicrométrica de A.J. Marsh



**FUENTE:** Carta psicrométrica informatizada "Psych Tool.exe (A.J. Marsh / WWW. Squ 1.com) (1999).

Otro parámetro que se puede estimar en el diagrama es la temperatura húmeda ( $T_h$ ), que se halla en el encuentro de la curva de saturación y la línea de entalpías,  $T_h = 18.00^\circ\text{C}$  en el caso anterior, correspondiendo a la mínima temperatura que puede alcanzar una masa de aire cuando se le evapora agua adiabáticamente, es decir, el calor latente para evaporar el agua se roba del calor sensible del aire, enfriándolo.

Por último, el diagrama también permite estimar el volumen específico ( $V_e$ ) ( $\text{m}^3/\text{Kg}$ ) de una masa de aire húmedo, mediante las líneas diagonales casi verticales.

Se puede observar el aumento del volumen específico con la temperatura, pero también con el incremento de la humedad absoluta, puesto que el vapor

de agua es bastante más ligero que el aire, con un volumen específico 1.6 veces mayor.

Una consecuencia de la menor densidad del aire relativamente cálido y húmedo es su tendencia a ascender y acumularse en las partes altas de las habitaciones.

También los procesos psicométricos de una masa de aire pueden cambiar el conjunto de sus parámetros cuando se modifica su temperatura o humedad absoluta, o cuando se mezcla con otra masa de aire. En resumen, los únicos procesos psicométricos posibles son el calentamiento del aire, el enfriamiento simple o por condensación y la evaporación adiabática sin intercambio de calor.

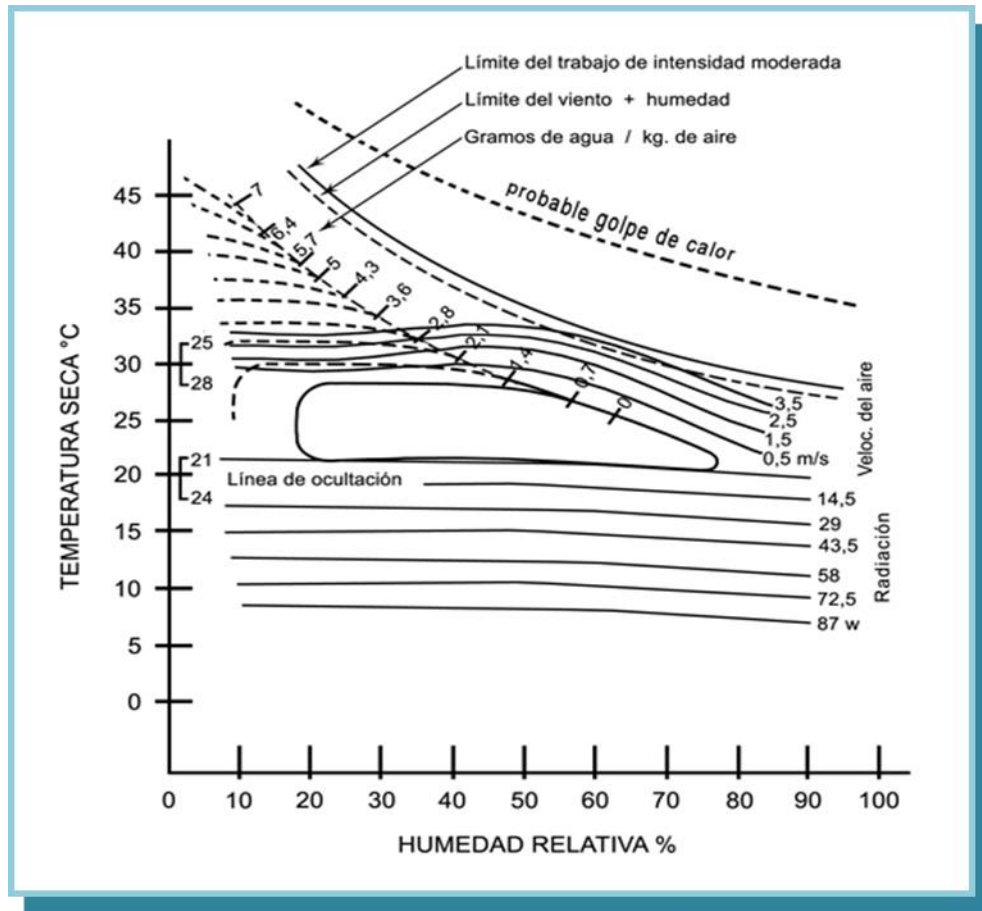
### **2.2.7 Estrategias de adaptabilidad higrotérmica**

La adecuación de la arquitectura al medio físico exterior, y con ello el grado de habitabilidad de los espacios y el mejor aprovechamiento de la energía, no está sujeta a fórmulas universales, es una alternativa de diseño en el que se debe tomar en consideración las circunstancias particulares de cada caso.

Para Yamaguchi y Shimoda (2010), la alternativa para lograr los niveles de adaptabilidad higrotérmica requeridos lo constituye la arquitectura ecológica, y en particular el bioclimatismo que se define como el principio de la concepción en la vivienda, que asocia los elementos favorables del clima con objeto de satisfacer las exigencias del bienestar higrotérmico.

En el caso de permanencia en el exterior, el margen de temperaturas de comodidad se puede ampliar, con un incremento de hasta 3.00°C si existe ventilación del orden de 1.50 m/s, donde la velocidad del viento aumenta o disminuye de hasta 10.00°C si se recibe radiación solar, según el diagrama bioclimático de Olgyay del gráfico N° 47.

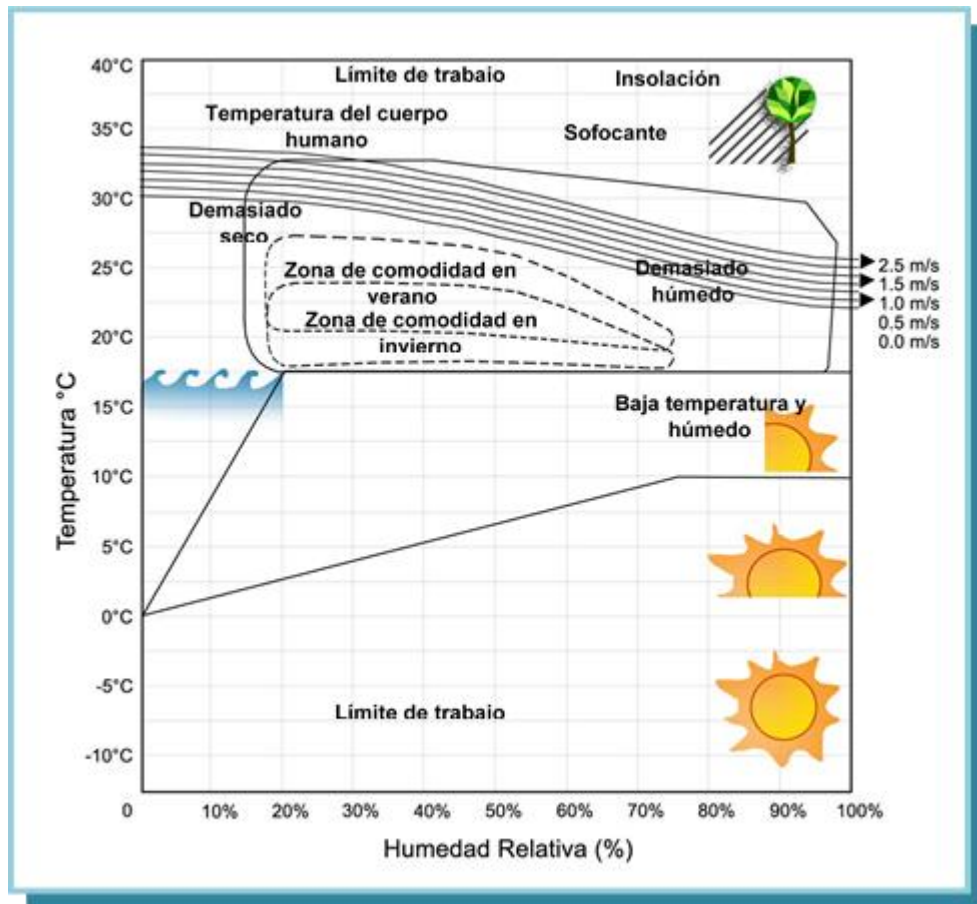
Gráfico N° 47  
Diagrama bioclimático de Olgay, Víctor



FUENTE: Olgay (2004).

Asimismo el diagrama bioclimático adaptativo de Nahmad, Moisés, publicado en el libro de Lacomba (2012), y extraído de la concepción básica de Olgay, es también para el exterior de la vivienda, se emplea en la vivienda bioclimática de interés social elaborado por la Universidad de Quintana Roo en Chetumal, México como se aprecia en el gráfico N° 48.

Gráfico N° 48  
Diagrama bioclimático adaptativo de Nahmad, Moisés



FUENTE: Nahmad, Moisés (2012).

La intención del diagrama adaptativo es considerar todos los factores físicos y ambientales que puede haber, para emplear los materiales y soluciones constructivas viables de la región para una adecuada estrategia de adaptabilidad higrotérmica.

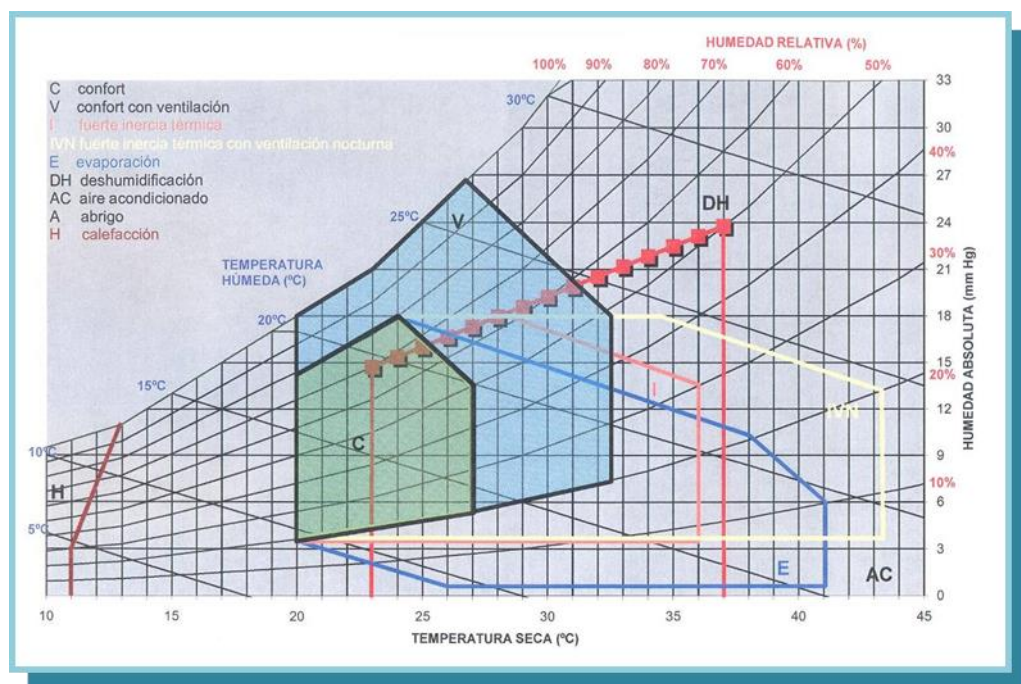
De la misma manera el tratamiento bioclimático al interior de la vivienda con el índice de Givoni y su ábaco psicrométrico (1998), se puede determinar la llamada zona de comodidad de invierno y verano las que, según este investigador, coinciden con aquellas zonas dentro de la cual se mantienen los rangos climáticos en los cuales una persona manifiesta estar térmicamente cómoda. Este método permite evaluar las condiciones térmicas de un lugar o

de un espacio en función de los diferentes parámetros ambientales, T, HR, V y Trm.

Sin embargo, nuevas investigaciones cuestionan su universalidad, ya que otros parámetros como la edad, el sexo, la tensión nerviosa y las diferencias individuales, que pueden ser raciales, culturales o de aclimatación, no son considerados e incluidos por estimarse que tienen escasa influencia.

En este caso no solamente aparecen las zonas de comodidad de invierno y verano, en función del análisis higrotérmico, sino también zonas con ciertas soluciones constructivas que pueden ser mejoradas; es decir, se establecen unos límites de las zonas de posible corrección por efecto del movimiento del aire, de radiación, inercia térmica o refrigeración evaporativa, ver gráfico N° 49.

Gráfico N° 49  
**Ábaco psicométrico de Givoni, Baruch**



FUENTE: Ábaco psicométrico de Givoni, Baruch (1998).

Givoni (1998), la fórmula general para hallar el punto de comodidad térmica es:

Donde:

$$S = [(M - W \pm C \pm R) \cdot (1/re)]$$

**S:** Grado de sudación requerido, equivalente a Kcal/h.

**M:** Metabolismo. Kcal/h.

**W:** Energía metabólica transformada en trabajo mecánico kcal/h.

**C:** Intercambio de calor por convección. Kcal/h.

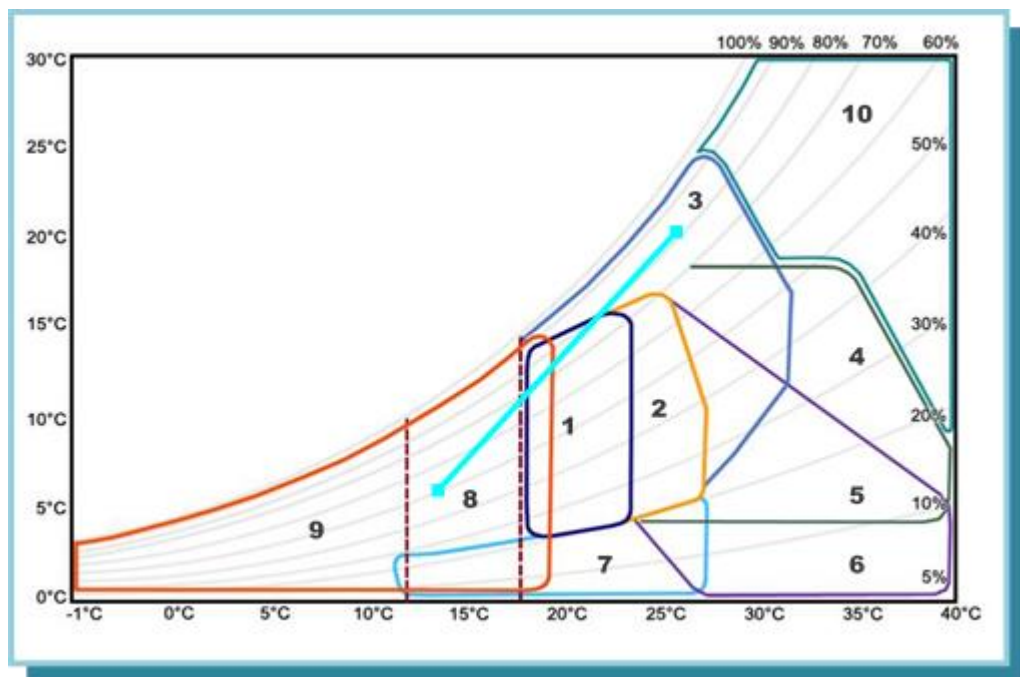
**R:** Intercambio de calor por radiación. Kcal/h.

**Re:** Rendimiento evaporativo del sudor. Sin dimensión.

Sin embargo, nuevas investigaciones como es el caso de Lechner (2001), en su libro, “métodos de diseño para arquitectos”, expresa claramente que el clima es universal y no tiene frontera alguna, y por ello diseña su diagrama psicrométrico considerando estrategias de adaptabilidad higrotérmica, para el interior de la vivienda o espacio monitoreado por T y HR. Para cualquier clima dependiendo de su latitud y longitud con respecto al meridiano de Greenwich.

Este diagrama sobresale en la actualidad en las investigaciones donde se comprueban las estrategias de adaptabilidad bioclimática al interior de las viviendas, ya que considera todo tipo de clima, se especifica que el clima no tiene frontera alguna y lo que importa es realizar la mejor arquitectura con énfasis higrotérmica, se observa en el gráfico N° 50.

Gráfico N° 50  
**Diagrama de adaptabilidad higrotérmica de Lechner, Norbert**



**FUENTE:** Diagrama psicrométrico de Lechner, Norbert (2001).

El ábaco de Lechner es una representación tal que cada punto del mismo define determinadas condiciones atmosféricas dadas por la temperatura ambiente y las condiciones de humedad relativa.

La humedad relativa es expresada como el porcentaje de humedad respecto al máximo que admite la atmósfera a esta temperatura. En el diagrama se representa por un conjunto de curvas. En cuanto a la temperatura, se diferencia, la temperatura seca es la que se conoce habitualmente. Se representa en el eje de abscisas del diagrama. En condiciones de atmósfera muy seca, la evaporación es más rápida, por lo que la temperatura húmeda es menor, mientras que en una atmósfera saturada de agua, no es posible la evaporación, y la temperatura húmeda iguala a la temperatura seca. La medida se realiza con viento en calma, ya que si no, éste acelera la evaporación. En el diagrama se representa como un conjunto de curvas.

Para SENEAM y CONAGUA (2014), las zonas de comodidad térmica concebidas para Tampico, México es la conjunción de puntos (T, HR) del diagrama en el cual un individuo de metabolismo medio, se encuentra en condiciones de bienestar higrotérmico. Estas condiciones se dan para temperaturas comprendidas entre los 20.00°C y 30.00°C, y humedades relativas entre el 70.00-80.00%, exceptuando el triángulo de temperaturas y humedades más altas ( $H > 50.00\%$ ,  $T > 24.00^\circ$ ), valores térmicos que coinciden con el ábaco de Lechner.

La línea climática, es la que representa las condiciones climáticas del lugar de estudio para un mes determinado. Los valores requeridos son: media de las temperaturas mínimas diarias ( $T_{mín}$ ); media de las temperaturas máximas diarias ( $T_{máx}$ ); y la media de la humedad relativa correspondiente a cada una de las temperaturas.

El ábaco de Lechner, Norbert está compuesto por las siguientes zonas:

- (1) Zona de comodidad en invierno
- (2) Zona de comodidad en verano



- (3) Zona de comodidad con ventilación cruzada, expresa las mismas condiciones que en la zona de comodidad pero admitiendo utilizar ventilación. La ventilación provoca una evaporación más rápida del sudor, por lo que se pueden tolerar temperaturas y humedades mayores. Para una humedad relativa inferior al 50.00%, se pueden alcanzar temperaturas de 32.00°C, y con temperaturas inferiores a 27.00°C se pueden tolerar humedades de hasta casi el 100.00%. Estas condiciones de comodidad térmica están pensadas para climas cálidos. En climas fríos, el área de comodidad puede extenderse hasta los 11.00-13.00°C, sin más que utilizar prendas de abrigo.
- (4) Zona de mayor inercia térmica, una vivienda con mayor inercia térmica es capaz de promediar en su interior las temperaturas extremas del exterior. Si la temperatura media de la línea climática cae dentro de la zona de comodidad, y la zona de mayor inercia térmica, es posible obtener una comodidad permanente en el interior de la vivienda. Para que sea válido, se deben evitar las ganancias por radiación solar, sobre todo por la losa de azotea y a través de las ventanas.
- Se utiliza inercia térmica en el interior de la vivienda para almacenar calor en los días de invierno y frío en las noches de verano. Se utiliza aislante térmico en el exterior de esta inercia, para evitar pérdidas de calor inconvenientes desde el interior al exterior en invierno y ganancias desde el exterior al interior en verano.
- (5) Zona de mayor inercia térmica con ventilación nocturna, es cuando la línea climática no cae dentro de la zona de comodidad, pero si está dentro de la zona IVN, se puede obtener comodidad en la vivienda de mayor inercia térmica, protegida adecuadamente de la radiación solar, si se realiza una eficaz ventilación nocturna.
- (6) Zona para refrescar por evaporación, es los puntos de la línea climática que están dentro de esta zona, se puede obtener comodidad térmica utilizando la técnica de refrescar por evaporación.
- (7) Zona de humidificación, consiste en humidificar el aire exterior haciéndolo pasar a través de un material poroso permanentemente



humedecido. Este aire se introduce en la vivienda mezclándolo en la proporción adecuada con el aire interior para obtener comodidad.

- (8) Zona de ganancia interna, si la línea climática se posesiona en esta zona expresa que por sí sola la vivienda es capaz de mantenerse en comodidad, tan sólo por la propia actividad de los usuarios al interior de la vivienda, materiales y soluciones constructivas empleadas.
- (9) Zona de calentamiento solar pasivo y activo, requiere el uso de captación de energía solar pasiva.
- (10) Zona de deshumidificación, en esta zona es necesario realizar una climatización pasiva o híbrida de enfriamiento con deshumidificación del aire.

Es importante señalar que este diagrama permite determinar correctamente las decisiones a tomar en el diseño estratégico de adaptación bioclimática de la vivienda para responder adecuadamente al contexto desde el punto de vista higrotérmico.

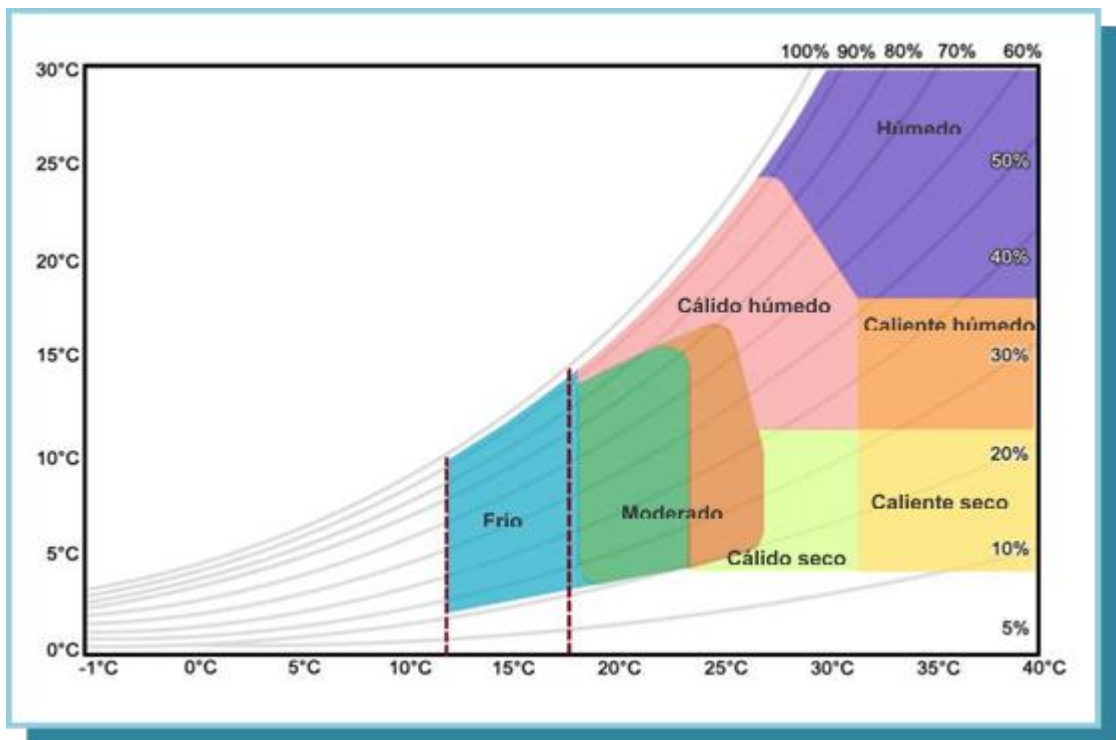
#### 2.2.7.1 Clasificación higrotérmica según ábaco de Lechner, Norbert

La vivienda al realizar su análisis higrotérmico al interior de sus espacios para el clima de Tampico, México arroja como resultante a qué tipo de clasificación climática pertenece, según los gráficos adaptativos de temperatura y humedad relativa, y su ubicación, a continuación se presenta su clasificación:

- **Moderado**, espacio que produce comodidad durante parte del año.
- **Cálido seco**, es el espacio que produce calor sofocante por falta de mayor inercia térmica.
- **Cálido húmedo**, espacio que produce calor sofocante pero a mayor humedad relativa al interior más caliente se percibe la vivienda.
- **Caliente seco**, espacio que produce calor que no es agobiante, es soportable.
- **Caliente húmedo**, espacio que produce calor pero a mayor humedad relativa al interior se refresca la vivienda.

- **Húmedo**, espacio que produce sofocación por el aire viciado causado por las actividades cotidianas hasta los contaminantes despedidos por los materiales de construcción.
- **Frío**, espacio que provoca escalofríos por falta de ventilación idónea, empleo de materiales inadecuados a la región y mala integración al entorno en su concepción y forma. La clasificación bioclimática se representa en el diagrama del gráfico N° 51.

Gráfico N° 51  
Clasificación adaptativa higrotérmica de la vivienda de Lechner



FUENTE: Lechner, Norbert (2001).

También existen programas computarizados con los que se puede obtener las características de la vivienda, al introducir una serie de datos del sitio, en donde evalúan el grado de adaptabilidad higrotérmica de un espacio. Entre los programas se encuentran el THERMIE, CLACA, Climatic Análisis for Comfortable Architecture, ARCHISUN y el ACT, entre otros, todos estos perceptibles de manipulación.

### 2.3 Modelos de comodidad de la calidad del hábitat

A continuación una vez analizada la climatología urbana, se describen algunos de los principales modelos para evaluar la calidad del hábitat de la vivienda estudio de caso que se conocen hasta ahora, y que interesan como referencia teórica para el desenvolvimiento de la investigación, y el entendimiento de la zona de comodidad que se propone plantear en el presente trabajo. Dichos modelos se presentan en estudios precedentes de investigación como el de González (2013).

Los modelos de calidad del hábitat conforman los requerimientos térmicos, y el arquitecto debe diseñar estrategias de adaptabilidad bioclimática para que los espacios cumplan con valores admisibles de estos modelos. Asimismo los modelos de calidad del hábitat adaptativos, admiten en cierta manera las variaciones en el clima exterior, para determinar las preferencias térmicas con base a sus oscilaciones, y con límites horarios constantes para la temperatura y la humedad relativa.

#### 2.3.1 Modelo de comodidad térmica de Humphreys, M.A.

Humphreys (1997), hace una revisión de los datos de estudios de campo, en la que encuentra una fuerte dependencia estadística de las neutralidades térmicas ( $T_n$ ), o temperaturas en las que un mínimo estrés es reportado en escalas verbales, en niveles medios de temperatura del aire, o temperatura de globo ( $T_i$ ), experimentadas por los encuestados en interior o exterior, en un periodo de aproximadamente de un mes. Se encuentra que el valor de  $T_n$  oscila unos 13.00°C, esto es, entre 17.00°C y 30.00°C y aplica la siguiente ecuación:

$$T_n = 2.56 + 0.83 \cdot T_i$$

Un posterior análisis realizado por Humphreys y Nicol (2001), sustituyendo la temperatura interior por la media exterior, produce resultados similares en viviendas sin sistemas de acondicionamiento mecánico del aire:

$$T_n = 11.9 + 0.534 \cdot T_m$$

La siguiente ecuación de Humphreys es una adaptación de una amplia base de datos de edificios con clima controlado y no controlado:

$$T_n = 23,9 + \frac{0,295(T_{mmo} - 22)}{e - \left[ \frac{(T_{mmo} - 22)}{24} \right]^2}$$

### 2.3.2 Modelo de comodidad térmica de Auliciems, A.

Correlaciones muy similares son encontradas posteriormente por Auliciems y Szokolay (1997), usando una extensa base de datos; incluyendo ambos tipos de viviendas, con sistemas mecánicos de acondicionamiento de aire y sin él, es encontrando la siguiente expresión para  $T_n$ , que es válida entre 18.00°C y 28.00°C:

$$T_n = 17.6 + 0.31 \cdot T_{Mm}$$

### 2.3.3 Modelo de comodidad térmica de Griffiths

Basado en el estudio de Griffiths (1991), de edificios europeos con sistemas pasivos, la regresión es prácticamente la misma que la de Humphreys:

$$T_n = 12.1 + 0.534 \cdot T_m$$

### 2.3.4 Modelo de comodidad térmica de Nicol, Fergus

Nicol, Fergus (1996), realiza estudios más recientes en Pakistán, Nicol y Roaf donde encuentra que:

$$T_n = 17.0 + 0.38 \cdot T_m$$

Nicol transforma la regresión lineal en exponencial, con una considerable pérdida en capacidad de predicción, cuando se aplica a edificios con sistemas mecánicos de aclimatación:

$$T_n = 23,9 + 0,295(T_m - 22) \cdot e^{\left[ -\left( \frac{T_m - 22}{24\sqrt{2}} \right)^2 \right]}$$

Las aparentes inconsistencias con predicciones termofisiológicas, permiten a Auliciems en 1997, formular un modelo adaptativo de termorregulación, con el cual, la preferencia térmica, es vista como el resultado de ambas respuestas fisiológicas a los parámetros interiores inmediatos, los medidos por los modelos, y las expectativas basadas en determinantes climáticas y culturales, o sea experiencias pasadas.

Posteriormente sobre el modelo adaptativo, existen considerables investigaciones y verificaciones en varias locaciones. Éstas incluyen Melbourne, Brisbane, Darwin, San Francisco Bay, Bangkok, Singapur y Townsville. Siguiendo una variedad de discusiones teóricas, se ha vuelto evidente que la noción de un ambiente óptimo constante o estático, no es más una hipótesis aceptable.

Un modelo adaptativo desarrollado por Auliciems, adapta los datos de sensación, basados en investigaciones de campo de comportamiento térmico en Australia, abarcando distintos climas, usando la siguiente ecuación:

$$T_n = 9.22 + 0.48 T_a + 0.14 T_m$$

Una vez determinado el modelo adaptativo, dependiendo del clima de la región donde se encuentra la vivienda estudio de caso es necesario determinar la zona de comodidad térmica ( $T_n$ ).

## 2.4 Zona de comodidad térmica, con límites constantes

El ancho de la franja de comodidad o tolerancia con límites constantes, como se ha mencionado para Nicol y Humphreys consideran una anchura directamente proporcional a la posibilidad de los usuarios de realizar acciones adaptativas, en dicho caso la zona de comodidad térmica puede ser considerablemente más ancha que  $\pm 2.00^\circ\text{C}$  en torno a la temperatura media

preferida. Para el cálculo en función de los valores medios mensuales de temperaturas externas, Szokolay (2008), indica una tolerancia de  $\pm 2.00^{\circ}\text{C}$  y de  $\pm 1.75^{\circ}\text{C}$ , en la función de los promedios anuales.

Por consiguiente, las situaciones de oportunidades adaptativas son posibles y adecuadas a la zona de comodidad puede ser considerablemente más ancha. Para  $TME = TMM$ , Szokolay indica una tolerancia de  $\pm 2.00^{\circ}\text{C}$  y en el modelo de Mahoney la tolerancia media es de  $\pm 3.50^{\circ}\text{C}$ .

Para el cálculo en función de los promedios mensuales o T medias, Szokolay (2008), indica una tolerancia de  $\pm 2.00^{\circ}\text{C}$  y de  $\pm 1.70^{\circ}\text{C}$  en la función de los promedios anuales. Por consiguiente, la propuesta de Szokolay es que los promedios externos de periodos más cortos implican franjas más anchas de tolerancia.

Además de representar potencialmente en mayor detalle el concepto de zona de comodidad, un modelo de variación horaria de los límites de comodidad tiene otras ventajas, algunas relacionadas con estudios sobre adaptabilidad climática en la vivienda estudio de caso, siempre y cuando se tipifique correctamente la hora-grado.

## 2.5 Municipio de Tampico, México

El papel que juega el municipio en el territorio es trascendental, ya que representa una de las economías más dinámicas de la región. Esto se debe principalmente a las actividades comerciales y de servicios que ofrece, por lo que se ha posicionado como el centro comercial y de servicios de la Huasteca.

Además cuenta con equipamientos que dan cobertura a nivel regional, y ha propiciado la generación de un importante flujo de personas que llegan provenientes de otros municipios y de la región Huasteca a satisfacer sus necesidades en el Municipio de Tampico. También es importante mencionar que es el punto de transbordo para la población que realiza viajes al interior de la república y al extranjero, ya que cuenta con un aeropuerto internacional, considerado como uno de los más importantes del estado de Tamaulipas.

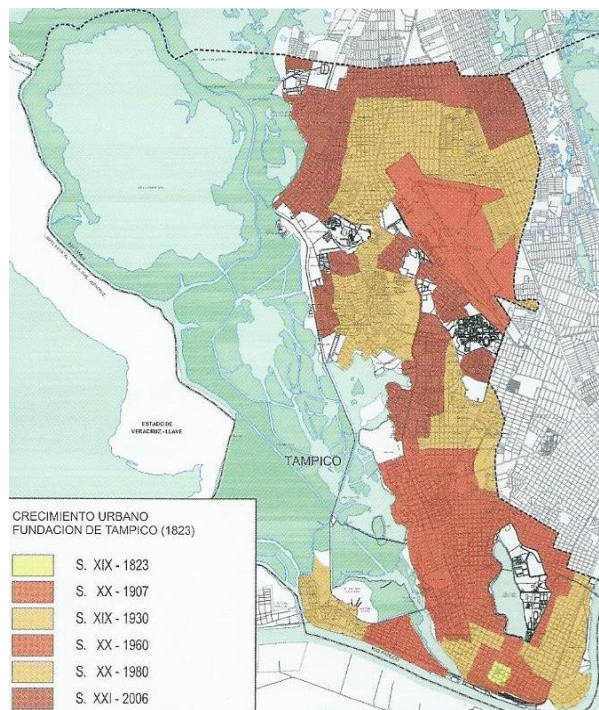
Otro de los elementos que distinguen al Municipio de Tampico es el puerto, el cual tiene la característica de ser uno de los más importantes del Golfo de México. En sus instalaciones constantemente se importan y exportan productos, por lo que cumple una función trascendental, ya que favorece la actividad económica del municipio y la región.

Aspectos generales de la evolución económica, territorial y demográfica. La ya existente Ciudad de Tampico fue decretada en el año de 1823 como puerto de altura, por el entonces Presidente de la República el General Antonio López de Santa Anna, y debido a su auge se convirtió en el eje comercial que enlazaba el flujo de mercancías a través de las rutas tamaulipeca y potosina. Ya consolidado el puerto, en 1827 se da lugar a un mayor volumen de exportaciones e importaciones, y con el descubrimiento de petróleo en la zona huasteca, la ciudad se convirtió en un lugar estratégico para proporcionar el comercio y los servicios necesarios.

En 1890 se introdujo el ferrocarril San Luís Potosí-Tampico, y a inicios de la época porfiriana se comenzaron las obras de dragado en el río Pánuco para hacerlo navegable para embarcaciones de mayor calado, y también se construyó el edificio de la Aduana Marítima, obras que trascendieron para fortalecer el desarrollo de la Ciudad de Tampico.

El movimiento marítimo propició la llegada de extranjeros principalmente españoles, franceses y norteamericanos, pero la población en Tampico se mantuvo alrededor de 5,000 habitantes. Posteriormente, a principios del siglo XX la ciudad contaba ya con 9,000 habitantes, y esta cifra se incrementó en el año de 1922 a 100,000 habitantes. En 1935 la mancha urbana en Tampico era de aproximadamente 214,75 ha, su crecimiento se presenta en el gráfico N° 52.

Gráfico N° 52  
**Crecimiento urbano en Tampico, México**



**FUENTE:** Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Tampico, México (2014).

Para estas fechas la ciudad había cobrado tal importancia que ya se había construido su primer aeropuerto, el cual inicio operaciones en el año de 1928 al realizar el primer vuelo comercial entre Tampico y la Cd. de México con escala en Tuxpan, Veracruz.



Con el establecimiento de Petróleos Mexicanos en la zona a partir de 1940, Tampico se convirtió en un centro financiero y operativo de la industria de los hidrocarburos, y al comenzar a funcionar las refinerías de Bellavista, Árbol Grande, y Francisco I. Madero, estas dos últimas en Cd. Madero, hizo que se incrementara el número de habitantes en la ciudad.

La mayoría de estas personas provino de otras partes de Tamaulipas, así como de los estados de Veracruz y San Luís Potosí. A partir de 1960 se consolida la conurbación de Tampico con Cd. Madero, y se crean nuevas colonias en los límites de estos dos municipios. Para inicios de este año, la ciudad contaba ya con 124, 820 habitantes, y tenía una superficie de mancha urbana de 1, 406 ha.

En la década de los 60's, la industria de transformación se empieza a instalar en la carretera Tampico-Altamira, y por la reasignación de polos de desarrollo económico que el gobierno federal en los años 70's consideró conveniente decretar, se propuso el desarrollo en el Puerto de Altamira (DUPORT), lo cual influyó en la reactivación de la economía de la zona. Para 1980, el número de habitantes en Tampico era de 267, 957 y la superficie urbana era de 3, 395.42 ha.

A partir de la década de 1980 el Puerto de Altamira junto con el área industrial que se creó en su entorno influyó tanto la economía de la zona, que el crecimiento demográfico provocó la creación de nuevas colonias, centros de población y nuevas vialidades.

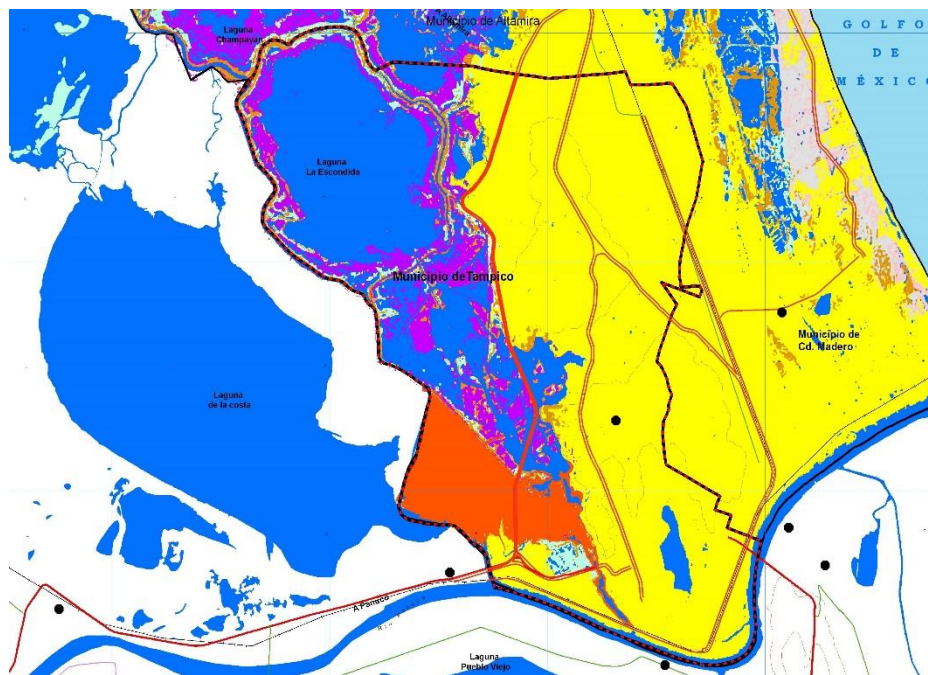
En el municipio no se encuentran asociaciones vegetales originarias del mismo, ya que, éstas han sido modificadas casi en su totalidad debido a las actividades portuarias, comerciales e industriales, desarrolladas en torno al municipio desde 1824. Cabe mencionar que los remanentes de los encinares se encuentran dispersos y quedan sólo algunos individuos. El uso de suelo en el municipio se presenta en la siguiente tabla N° 5 y gráfico N° 53.

Tabla N° 5  
Medio físico natural, vegetación y uso del suelo

| Tipo del suelo  | Has    |
|---|--------|
| Agricultura de riego (incluye riego eventual)                   | 638    |
| Asentamiento humano   | 4, 757 |
| Bosque de encino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea | 10     |
| Cuerpo de agua  | 2, 295 |
| Manglar   | 1, 601 |
| Popal-tular   | 2, 414 |

FUENTE: Elaboración propia, (2014).

Gráfico N° 53  
Vegetación y uso del suelo en Tampico, México



FUENTE: Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Tampico, México (2014).

El municipio se encuentra en la Provincia Llanura Costera del Golfo Norte, esta provincia se caracteriza por extensas llanuras interrumpidas por lomeríos, donde la topografía no es muy pronunciada o casi plana, en la cual

hay ausencia de lomeríos y sistemas montañosos, como se observa en el gráfico N° 54.

Gráfico N° 54  
**Modelado del terreno en Tampico, México**



**FUENTE:** Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Tampico, México (2014).

El municipio es plano casi en su totalidad y la mayor parte presenta pendientes que van del 0 al 5.00%. Las características de los suelos corresponden a dos asociaciones representadas por suelos inundables cercanos a cuerpos de agua y otros a terrenos firmes. El suelo es de conformación principalmente granular, y presenta altas características de movilidad y permeabilidad, permitiendo el fácil tránsito de aguas subterráneas. Grandes extensiones de suelo se encuentran cubiertas por lagunas de agua dulce, que se originan como consecuencia de escurrimientos provenientes de tierra adentro, que siguen su curso hacia las partes bajas.

Los suelos cambisol se encuentran en topografías planas, con drenaje superficial eficiente debido a las características del terreno y del suelo, sin pedregosidad superficial, con material parental de suelo de origen aluvial.

Los suelos regosol están ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. En general son claros o pobres en materia orgánica, y se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión 19.20%.

El municipio se asienta en una plataforma terrestre que se originó como consecuencia de las regresiones marinas, en la que se manifiesta la presencia de pulverizaciones de rocas sedimentarias que fueron transformadas en arenas. Abundan las lutitas, areniscas y los suelos lacustres intermitentes y permanentes. Los tipos de suelo encontrados en la región son cambisol, regosol, solonchak y vertisol, como se indican en la siguiente tabla N° 6.

Tabla N° 6  
**Medio físico natural edafológico**

| Descripción                  | Has    |
|------------------------------|--------|
| Cuerpo Agua / Poblado        | 2, 603 |
| Cambisol Cálcico (calcárico) | 37     |
| Cambisol Gleyico             | 6, 493 |
| Regosol Eutríco              | 2, 520 |
| Solonchak Gleyico            | 17     |
| Solonchak Órtico             | 25     |
| Tisol Pélico                 | 19     |

**FUENTE:** Elaboración propia, (2014).

El suelo solonchak que acumula el salitre de lagunas costeras, contiene un alto contenido de sales y es poco susceptible a la erosión.

Los suelos vertisol presentan grietas anchas y profundas en la época de sequía, son muy duros, arcillosos y masivos, ostentan colores negros y grises, con el 30.0% o más de arcilla en todos sus horizontes. La susceptibilidad de estos suelos a la erosión es baja. Presentan una topografía ligeramente ondulada, con pendientes de 1.20 a 1.90%, con una altitud de 47.00 metros sobre el nivel del mar (msnm).

Tienen un drenaje superficial deficiente, sin pedregosidad superficial. Es un suelo profundo 1.75 m, con una textura migajón arcilloso, el pH es medianamente alcalino en todo el perfil, con contenidos de materia orgánica que van de medianamente pobre a extremadamente pobre. No presentan problemas de salinidad, tienen una capacidad de saturación del 76.00% en los dos primeros horizontes y de un 85.00% en el tercer horizonte, con una capacidad de retención de agua baja en el horizonte superficial y alta en los dos restantes.

El Municipio de Tampico se encuentra dentro de la Región Hidrológica Pánuco (RH-26), y las cuencas en contacto directo con el mismo.

La Cuenca Baja del Río Pánuco forma parte de una amplia red hidrográfica, en la que destacan los Ríos Moctezuma y Tamesí. El Río Moctezuma que tiene su origen en los Ríos San Juan y Tula, a partir de su confluencia con el Río Tempoal, y después de recorrer alrededor de 120,00 km, adopta el nombre de Río Pánuco hasta su desembocadura en el Golfo de México.

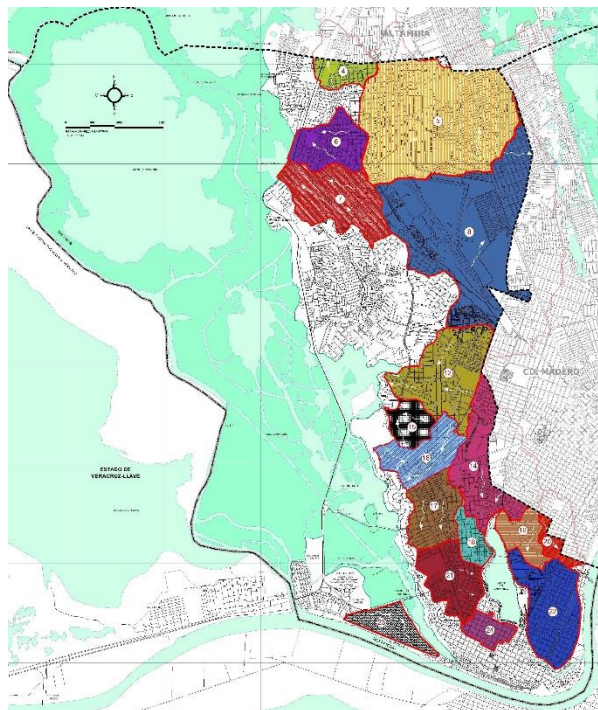
El Río Tamesí es el otro elemento hidrológico que interviene en la región, pertenece a lo que se denomina Cuenca del Río Guayalejo–Tamesí, que inicia en la Sierra de Palmillas, en la Sierra Madre Oriental, y sigue la Sierra de Tamaulipas, hasta la llanura costera. Tiene una extensión de 17, 084 km.

El sistema en su parte baja pasa por los Municipios de Altamira y Tampico en la llanura costera, donde se le llama Río Tamesí y forma finalmente el sistema lagunario del mismo nombre hasta su confluencia con el Río Pánuco. El Río Tamesí tiene un régimen permanente y drena hasta su confluencia con el Río Pánuco, un volumen medio anual de 2,074 millones de m<sup>3</sup>. Los escurrimientos del Tamesí conjuntamente con la topografía del terreno integran su sistema lagunario, del cual forma parte la laguna del Chairel, que está conectada directamente a la corriente principal a través del Canal Americano.

De los cuerpos de agua, el elemento hidrológico más importante de la región, después del Golfo de México, es el Río Pánuco al cual se le une el Río Tamesí en su parte final.

De las cuencas y subcuencas hidrológicas de la Zona Metropolitana, con el fin de definir la infraestructura de drenaje pluvial para la Zona Metropolitana, se ha subdividido una gran parte de la misma en un total de 24 cuencas y subcuencas, como se aprecia en el gráfico N° 55.

Gráfico N° 55  
**Subcuencas hidrológicas en Tampico, México**



**FUENTE:** Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Tampico, México (2014).

Asimismo, la población de Tampico se concentra en el área urbana, la cual ocupa el 46.00% de la superficie municipal. En el año 2014 según INEGI, alcanzó los 303, 924 habitantes, lo que la ubica como la cuarta ciudad más poblada de Tamaulipas, concentrando al 10.00% del total de habitantes del



Estado, de los cuales 158, 449 son mujeres y 145, 475 son hombres. Por lo tanto, el 47.87% de la población son hombres y el 50.13% mujeres.

Las proyecciones de población, para el Consejo Nacional de Población (CONAPO), el Programa Estratégico para el Desarrollo Urbano Sustentable de Tamaulipas (PREDUST) y el Instituto Metropolitano de Planeación del Sur de Tamaulipas (IMEPLAN), una vez analizada la situación de la población para el Municipio de Tampico, resulta importante resaltar que el municipio forma parte de una estructura urbana metropolitana, de tal forma que su dinámica demográfica está sujeta a un fenómeno de conurbación, además de que se ha consolidado como el centro económico y de servicios dentro de la zona. Considerando lo anterior, se analizan distintos escenarios de la población para los siguientes años, como se observa en la tabla N° 7.

Tabla N° 7  
**Escenarios demográficos 2010-2030**

| TAMPICO   |          |          |          |                    |          |          |          |          |                    |          |          |
|-----------|----------|----------|----------|--------------------|----------|----------|----------|----------|--------------------|----------|----------|
| Población | 2010     | 2015     |          |                    |          |          | 2030     |          |                    |          |          |
|           | CONAPO   | CONAPO   | PREDUST  | Escenarios IMEPLAN |          |          | CONAPO   | PREDUST  | Escenarios IMEPLAN |          |          |
|           |          |          |          | ALTO               | MEDIO    | BAJO     |          |          | ALTO               | MEDIO    | BAJO     |
| TOTAL     | 297, 554 | 301, 945 | 315, 594 | 332, 700           | 324, 100 | 321, 300 | 282, 601 | 319, 887 | 354, 900           | 345, 700 | 331, 800 |

**FUENTE:** CONAPO, Proyecciones de la población de México 2005-2050; IMEPLAN, PREDUST - PUEC- UNAM (2008).

Con las distintas proyecciones, es posible observar que la tendencia está dada hacia la desaceleración del proceso de ocupación, que resulta congruente con la misma dinámica estimada para el país. Por otro lado, la CONAPO estima que éste municipio tendrá un comportamiento negativo en su crecimiento poblacional. De esta forma, el escenario observado está dado por una estructura de edades relativamente vieja, una dinámica urbana que actualmente está favoreciendo el desarrollo de actividades económicas, y finalmente, un proceso de migración interurbana entre los municipios que forman la Zona Metropolitana.

### 2.5.1 Estructura urbana

La concentración de actividad económica junto con la estructura vial, constituyen la Estructura de Integración de la Ciudad (EIC). Ambas en su proceso de integración dejan espacios que son ocupados por otras funciones básicas del territorio: vivienda, equipamiento urbano y espacios abiertos. A mayor grado de integración, mayor distribución de beneficios y de desarrollo urbano.

El grado más bajo de integración se da en una ciudad cuya estructura consta solamente de una zona concentradora de actividad económica, que está generalmente formada por su centro histórico y la expansión inicial de su estructura urbana.

Puesto que la densidad bruta de personal ocupado asciende a 76.18 empleados por hectárea, en esta zona laboran 25, 007 empleados, un 38.00% del total municipal, que es de 66, 586 de personas ocupadas en 2014, ver tabla N° 8.

Tabla N° 8  
Indicadores básicos de la estructura de  
Integración de Tampico, México

| Municipio                                     |   | Área de inclusión         |   |   |                           | Resto del municipio                               |   |                              |                                 |
|---|---|---------------------------|---|---|---------------------------|---|---|------------------------------|---------------------------------|
| Densidad Bruta de Personal Ocupado (EMP. HA.) | Densidad Bruta de Población Residente (HAB/HA.) | % Superficie De la Ciudad | (A) Densidad Bruta de Personal Ocupado (EMP. HA.) | (B) Densidad Bruta de Población Residente (HAB/HA.) | Empleados/habitante (A/B) | (C) Densidad Bruta de Personal Ocupado (EMP. HA.) | (D) Densidad Bruta de Población Residente (HAB/HA.) | Razón Personal Ocupado (A/C) | Razón Población Residente (B/D) |
| <b>0.53</b>                                   | <b>0.37</b>                                     | <b>7.60%</b>              | <b>76.18</b>                                      | <b>64.63</b>  | <b>1.18</b>               | <b>10.41</b>                                      | <b>70.76</b>  | <b>7.32</b>                  | <b>0.91</b>                     |

FUENTE: Elaboración propia con base en datos proporcionados por INEGI.

La conexión de la estructura vial de las zonas habitacionales con las zonas de concentración de actividad económica no es eficiente, por lo que el grado de integración es bajo. Hace falta la creación de más ejes viales que conecten diferentes zonas de la ciudad, tanto en dirección Norte a Sur como en dirección Este a Oeste.



En complemento a la caracterización de la ciudad, este apartado corresponde al detalle de los usos de suelo que es la zonificación secundaria y se cataloga según la siguiente dosificación de la tabla N° 9.

Tabla N° 9  
**Dosificación de usos del suelo urbano**

| <b>Estructura urbana</b>    | <b>Superficie (ha)</b> | <b>Porcentaje</b> |
|-----------------------------|------------------------|-------------------|
| <b>Función habitacional</b> | 2534.74                | 56.60%            |
| <b>Estructura vial</b>      | 991.45                 | 22.14%            |
| <b>Equipamiento urbano</b>  | 667.54                 | 14.91%            |
| <b>Espacios abiertos</b>    | 180.07                 | 4.02%             |
| <b>Función económica</b>    | 104.49                 | 2.33%             |
| <b>TOTAL</b>                | <b>4, 478. 29</b>      | <b>100. 00%</b>   |

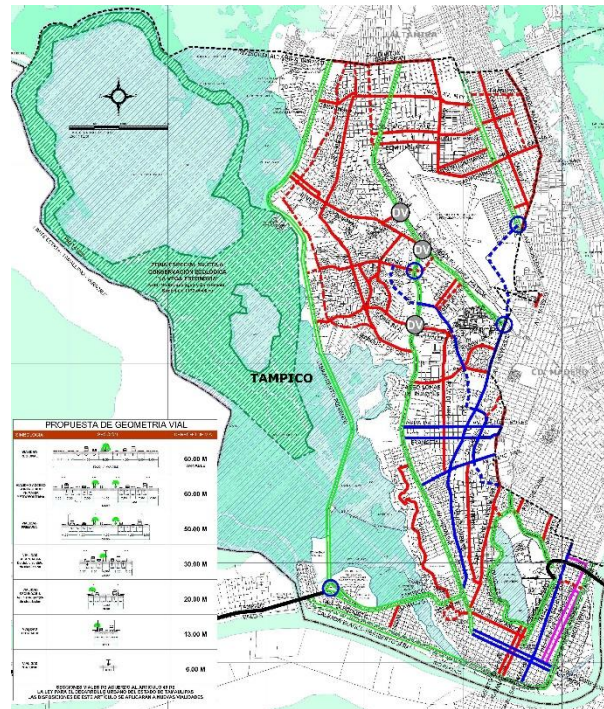
**FUENTE:** Elaboración propia con base en levantamiento de campo, (2014).

### **2.5.2 Estructura vial**

La vialidad primaria, es la estructura al interior de la ciudad se encuentra establecida básicamente por la incorporación de los ejes carreteros, los cuales constituyen la red primaria; dichos ejes, por su carácter regional tienden a albergar las actividades económicas del municipio, por lo que en los entronques de estos se presentan altas concentraciones de personal ocupado.

Las vialidades secundarias, generan la vinculación al interior de los grandes polígonos antes estudiados. La superficie que abarcan es considerable, evidenciando la falta de conectividad de la ciudad en general. El 80.00% de la traza urbana del municipio se encuentra fragmentada debido al diseño irregular que presentan sus manzanas. El 36.00% de la red urbana no cuenta con las características físicas necesarias para la circulación del transporte en general, se representan con las líneas en color rojo en el gráfico N° 56.

Gráfico N° 56  
Estructura vial en Tampico, México



**FUENTE:** Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Tampico, México (2014).

La traza urbana bien articulada se encuentra en la zona centro de Tampico se distingue por su funcionalidad, fluidez y continuidad en la mayor parte de su tejido, excepto en algunos sitios como las zonas de acceso a la Isleta Pérez, la zona de los mercados y la parte poniente del barrio El Cascajal, donde se aprecia un diseño irregular, que provoca la fragmentación de la traza urbana, afectando notablemente el funcionamiento de la estructura vial.

La traza irregular, tienen la orientación de las manzanas y sus dimensiones no respetan un patrón de integración urbana. Lo anterior para Goldberg et al (2013), implica el rompimiento de la continuidad vial y dificulta su funcionamiento y en el resto del territorio municipal.

El parque vehicular al año 2014 en Tampico es de 83, 864 automóviles, 951 camiones de pasajeros, 35, 060 camiones de carga y 3, 826 motocicletas, lo que hace un total de 123, 701 vehículos de motor. En 5 años el parque

vehicular experimentó un incremento del 26.00%, siendo el más notable el de camiones de pasajeros con un 320.00%, porcentaje que fue originado principalmente por la reestructuración del sistema de transporte, y por el aumento de la demanda del servicio.

La red de transporte une de manera deficiente las “Actividades Habitacionales” con las “Actividades Económicas”, o dicho de otra manera, la vivienda con los lugares de trabajo. El comportamiento que presentan las vialidades, se debe principalmente a que concentran la mayor actividad económica, y por lo mismo, se dan las concentraciones de personal ocupado.

### **2.5.3 Vivienda en Tampico, México**

Se determina la calidad de la vivienda y simultáneamente la estructura social del territorio; el análisis se hace en forma indirecta partiendo de la ocurrencia de las estructuras no adecuadas así como de la falta de servicios públicos. En primera instancia, la calidad del hábitat no adecuada se estima al interior del área urbana por presentar estructuras impropias y no contar con servicios públicos. En Tampico se presentan 4, 769 viviendas de este tipo, que son el 5.73% del total, con aproximadamente 17, 435 habitantes.

En segundo término, por aquellas que disponen de servicios públicos no adecuados, y de acuerdo a los datos del conteo 2014 de INEGI, el porcentaje de viviendas con esta característica es de 1.50%. En el año 2014 se consideran como, hogares pobres 3, 140 viviendas, habitadas por familias con ingresos de menos de 2 salarios mínimos. Una parte de este tipo de viviendas, cuyas densidades varían entre 8.84 Viv/ha y 12.37 Viv/ha. Otra parte de estas viviendas, cuyas densidades fluctúan entre 3.55 y 5.35 Viv/ha.

En el año 2014 la vivienda con hacinamiento representa el 13.23% del total de viviendas en Tampico. A continuación se presenta en la clasificación de las viviendas según tipología en la Tabla N° 10.

Tabla N° 10  
**Clasificación de las viviendas, por tipología**  
 (Distribución Porcentual)

| Municipio | Cantidad | Básica<br>1 | Social<br>2 | Económica<br>3 | Media<br>4 | Media Alta<br>5 | Residencial<br>6 |
|-----------|----------|-------------|-------------|----------------|------------|-----------------|------------------|
| Tampico   | 84, 040  | 25.2%       | 16.9%       | 38.4%          | 10.0%      | 7.1%            | 2.4%             |

**FUENTE:** Diagnóstico Estatal de la Vivienda, Tamaulipas. (ITAVU y CODESC,).

De esta forma, para el CONAPO, PREDUST e IMEPLAN, pese a la tendencia de una dinámica de población a la baja, resultará necesaria la implementación de programas de reciclamiento urbano para la construcción y renovación de vivienda. En la tabla N° 11 se demuestra la proyección de la vivienda al 2030.

Tabla N° 11  
**Estimación de vivienda para el municipio en el período 2015-2030**

| TAMPICO          |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                  | 2010    | 2015    |         |         |         |         | 2030    |         |         |         |         |
|                  | CONAPO  | CONAPO  | PREDUST | IMEPLAN |         |         | CONAPO  | PREDUST | IMEPLAN |         |         |
|                  |         |         |         | ALTA    | MEDIA   | BAJA    |         |         | ALTA    | MEDIA   | BAJA    |
| <b>Vivienda</b>  | 82,148  | 85,780  | 89,657  | 94,517  | 92,074  | 91,278  | 87,764  | 94,574  | 110,217 | 107,360 | 103,043 |
| <b>Población</b> | 297,554 | 315,945 | 315,594 | 332,700 | 324,100 | 321,300 | 282,601 | 304,529 | 354,900 | 345,700 | 331,800 |
| <b>Hab/viv</b>   | 3.64    | 3.52    | 3.52    | 3.52    | 3.52    | 3.52    | 3.22    | 3.22    | 3.22    | 3.22    | 3.22    |

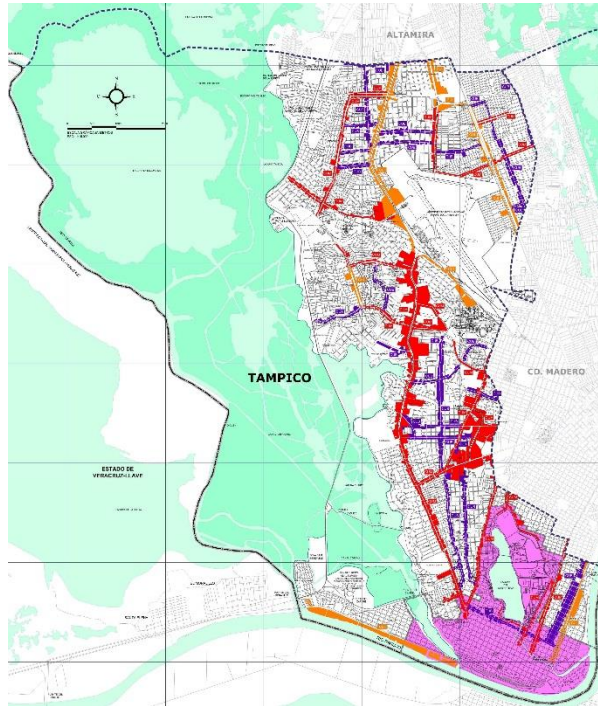
**FUENTE:** Elaboración propia a partir de datos de: CONAPO, Proyecciones de la población de México 2005-2050; PREDUST, PUEC-UNAM 2014 y PDI, IMEPLAN (2014).

#### 2.5.4 Corredores urbanos

Son vialidades que alojan en sus áreas laterales distintos tipos de actividades, tales como comercios, oficinas, servicios y vivienda. En su desarrollo longitudinal tienen como característica, el de contar con diferentes grados de intensidad de uso de suelo, que colindando en ambos lados de una

avenida, complementan y enlazan a los diversos centros urbanos con los subcentros y el centro de la ciudad, como se presenta en el gráfico N° 57.

Gráfico N° 57  
**Corredores urbanos en Tampico, México**



**FUENTE:** Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Tampico, México (2014).

## 2.6 Análisis de las viviendas estudio de caso en Tampico, México

Se parte de la posición de que después de obtener la información climática es imprescindible también para la arquitectura la recuperación de la historiografía como una más de las habilidades del oficio del arquitecto, como un utensilio básico del saber ver y del saber hacer arquitectura; No hay cultura o persona para las cuales los datos sobre la génesis o la evolución de su entorno carezcan de significado, ya sea que estos datos estén denotados en el propio contexto físico a través de una serie de evidencias, o bien que se indaguen por medio de procedimientos muy diversos de búsqueda de conocimiento.

Como polo estratégico del desarrollo de la entidad, Tampico absorbe en las últimas décadas la totalidad de las propiedades urbanas, ranchos y ejidos disponibles al norte del municipio, los cuales son subdivididos para crear colonias y fraccionamientos reservados a las clases media y alta. Eso ocasiona al mismo tiempo el desarrollo anárquico de un buen número de colonias populares que, entre otras serias situaciones, enfrentan el de los asentamientos irregulares, carentes de la más elemental infraestructura urbana.

Según el INEGI (2015), se cuenta actualmente en 2015 en el municipio de Tampico con un total de 94, 517 viviendas, en donde 94, 423 son particulares, 94 colectivas. Con un total de usuarios de 337, 700; donde 335, 262 tienen vivienda particular y 2, 438 pertenecen al tipo de vivienda colectiva.

### **2.6.1 Características urbano-arquitectónicas de la vivienda tradicional**

Para los habitantes de Tampico, la vivienda concebida a principios del Siglo XX, se denomina vivienda tradicional tampiqueña. La información bibliográfica que existe en lo que se refiere al estudio tipológico de viviendas de ese tiempo es escasa, por lo tanto el presente investigador se da a la tarea de entrevistar a expertos como cronistas, historiadores, constructores y ciudadanos conocedores del tema, para determinar las características tipológicas bien definidas y son las que se edifican de 1920 a 1950.

Para explicar donde se encuentra actualmente enclavada la vivienda tradicional, que sirve de estudio de caso para el presente trabajo de investigación, y que viene a aparecer en el segundo cuadro, de la zona centro de Tampico, se estipula lo siguiente:

La tipificación del primer y segundo cuadro se realiza mediante Acta de Cabildo del R. Ayuntamiento de Tampico, el 23 de abril de 1993, determinando el primer cuadro y segundo cuadro de la ciudad, quedando de la siguiente manera, como se observa el gráfico N° 58.



Gráfico N° 58  
**Segundo Cuadro de la Zona Centro de Tampico, México**



**FUENTE:** Google Earth Pro. (Marzo 2014).

El primer cuadro de la ciudad parte del punto situado en el cruce de las calles Héroes de Nacozari y General San Martín continuando hacia el Norte por esa misma calle hasta su entronque con la Calle Francisco I. Madero, continuando por esa misma calle hacia el Poniente hasta su cruce con la calle Gral. César López de Lara, continuando por esa misma calle hacia el Norte hasta su cruce con la calle Altamira, continuando por esa misma calle hacia el Poniente hasta su cruce con la calle 20 de noviembre, continuando por esa misma calle hacia el Sur hasta su cruce con la calle Héroes de Nacozari y continuando por la misma calle hacia el Oriente hasta cerrar el perímetro en el cruce con la calle Gral. San Martín.

El segundo cuadro de la ciudad se localiza en el cruce de las calles Francisco I. Madero y Gral. San Martín siguiendo hacia el Norte por esa misma calle hasta su entronque con calle Ave. Álvaro Obregón, continuando hacia el Poniente hasta su cruce con la calle Sor Juana Inés de la Cruz, siguiendo por esa misma calle hacia el Sur hasta llegar a la calle Héroes de Nacozari

cerrando así este perímetro con el “A”, se consideran incluidos los edificios y viviendas.

#### Características urbanas del primer y segundo cuadro en Tampico, México

- Comprenden ambos cuadros un área de 0.485 km<sup>2</sup>, con los siguientes linderos.
- El primer cuadro delimita la Plaza principal o Plaza de Armas a dos cuadras en su periferia y el segundo cuadro abarca dos cuadras más de la periferia del primer cuadro, con respecto a la Plaza de Armas.
- Están formados por 60 manzanas que comprenden aproximadamente 195 inmuebles con valor histórico y artístico construidos entre los siglos XIX y XX de los cuales se destinan algunos principalmente para el comercio, gobierno, culto religioso y vivienda tradicional, en los que se emplean materiales de la región para su construcción, así como detalles ornamentales cuyas características particulares definen estilos de la época adecuados a la zona.
- Conservan, el antiguo trazo, de trama urbana, de manzana rectangular romana, que se desarrolla a partir de la repoblación en el Alto de Tampico el Viejo, por pobladores altamirenses y constituye actualmente la zona centro.
- El desarrollo arquitectónico de la zona centro a partir del siglo XIX y XX registra la influencia de varios estilos arquitectónico, pero se caracterizan por la creación de los diversos tipos de edificios que se adaptan a la cultura y forma de vida de los habitantes.
- La zona centro deja hace tiempo de ser el principal polo de atracción, ya que la mancha urbana por falta de espacio físico, se conforma y desenvuelve por expansión al norte, donde se van creando varias zonas de afluencia tanto económica, social y cultural de la ciudad.



- La forma tipo de los lotes donde se edifica la vivienda tradicional, en ambos cuadros es de forma rectangular, como consecuencia de orientar las vialidades con los ejes norte-sur y este-oeste a manera de las implantaciones romanas, en el lado menor presenta su frente hacia la vialidad, con proporción a 1:3 en relación frente-fondo.

A continuación se presentan las características arquitectónicas de las viviendas tradicionales estudio de caso de la presente investigación.

La vivienda tradicional contempla cuartos rectangulares, lo que genera al menos de dos a cuatro cuartos en su etapa inicial. Considera una zona de servicio integrada por el baño, así también una cocina y área de lavado en la franja posterior de la vivienda tradicional en el área cercana al patio central con flores y árboles frutales, la cocina queda adjunta a la sala y el comedor y varían sus dimensiones de construcción.

De igual forma la vivienda tradicional presenta ventanas rectangulares, un cerramiento con antepecho, cornisas, un zaguán o acceso principal, el cual está conectado a pasillos laterales externos de la vivienda.

Para Sánchez (1998), las técnicas utilizadas también son producto de la transmisión consuetudinaria, aportando soluciones de mayor o menor complejidad, como en cuanto a las orientaciones, la trabazón de los muros, las armaduras o las losas.

La tecnología constructiva de la vivienda tradicional en Tampico, es herencia arquitectónica de la amalgama de población que transita por la ciudad a través del tiempo, y recupera parte de los que viven en otras latitudes y las adaptan al clima.

El tipo de cimentación en la vivienda tradicional en los primeros cincuenta años del siglo pasado en Tampico, se caracteriza por ser corrida y de piedra braza, un material arenisco, en aquel entonces típico en la zona el cual su cementante es de mortero de cal-arena proporción 1:4, con un escarpio de 60° como máximo recomendable, apoyado sobre una plantilla de hormigón

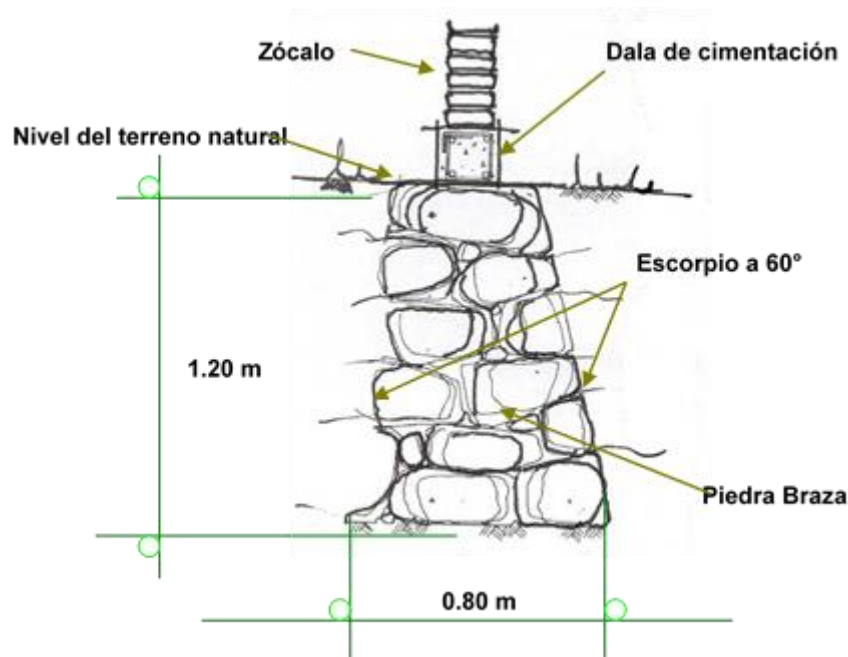
pobre, o de pedacera del mismo material, producto natural del desperdicio producido al cortar y darle forma a la piedra braza denominado cascajo.

En la dala de cimentación, ubicada sobre la corona de mampostería, en la parte superior se desplanta el muro. Este sistema constructivo, es bastante trabajado en esa época, hasta que en la década de los años cincuenta, la piedra braza se desplaza por las zapatas de concreto o concreto armado con la cadena de desplante.

Posteriormente, se recubre con asfalto la dala de cimentación, que está sobre la mampostería, que sirve como impermeabilizante para evitar la filtración por capilaridad.

El cambio principal se produce cuando aparece el zócalo, elemento constructivo sobre la zapata, por lo general de ladrillo de milpa, unido con mortero de cal-arena en proporción 1:4, hasta llegar a la altura de desplante de los muros deseada, se representa en el siguiente gráfico N° 59.

Gráfico N° 59  
**Boceto de cimiento de piedra braza de la vivienda tradicional**



FUENTE: Elaboración Propia.

Los muros empleados son de mampostería, a finales del siglo XIX se emplean los de piedra braza de 0.30 m de espesor; más adelante a principios del siglo XX el ladrillo es de arcilla de milpa, o simplemente ladrillo de milpa producido en las parcelas de la región. Cabe aclarar que se le denomina LADRILLO DE MILPA, ya que la milpa no es simplemente un campo sembrado de maíz, como tienden a definir, en afán de síntesis algunos autores.

Warman (1985), expresa que la milpa deriva del náhuatl *milli*, parcela sembrada, y por encima, literalmente, lo que se siembra encima de la parcela. "Hacer milpa" significa realizar todo el proceso productivo, desde la selección del terreno hasta la cosecha. En este sentido, la milpa significa un sistema de conocimientos de la naturaleza y de la agricultura, sinónimo de sobrevivencia biológica y de reproducción social, como la realización del ladrillo de arcilla de milpa.

La producción del ladrillo de milpa es 100.00% artesanal realizado con arcillas de la región en hornos superficiales de barro fresco, los cuales se introducen encasetonados apoyado uno sobre otro cuatrapeados, dejando dos ladrillos cruzados sobre otros dos, para cocerse, al secarse estos tenían franjas a su lados de color más claro que al centro.

Los hornos de barro fresco en un inicio para su combustión utilizan petróleo, ya que en la zona las manchas de este aceite de roca afloraban en las parcelas, se recoge con pala en carretillas y se vertían en la parte inferior del horno para su combustión.

Con el tiempo desaparecen los florecimientos de petróleo y se remplacea por negro de ferrocarril que es el combustible que usaban las locomotoras de ese entonces.

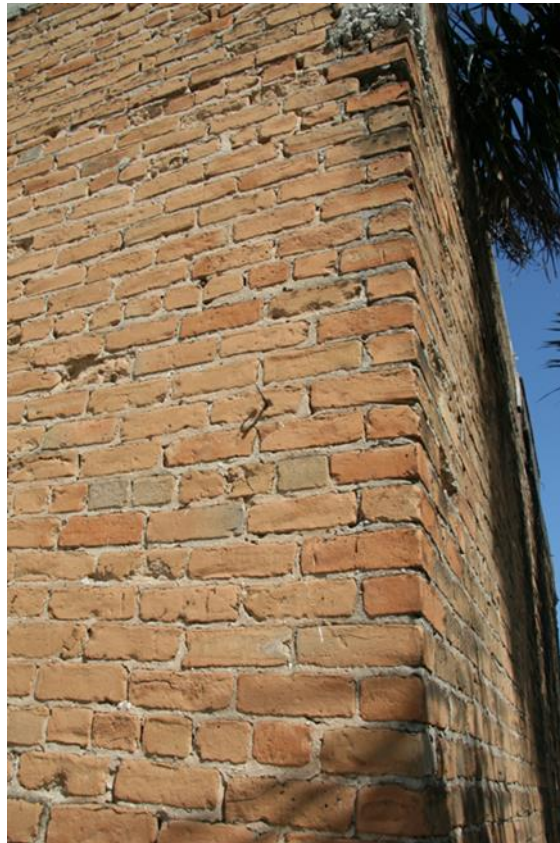
El ladrillo de milpa se pegaba para el desplante de muros con cal y arena, al igual que los aplanados del mismo tanto al interior como al exterior y se le denomina caliche en proporción 1:4.

Elaborar caliche en ese entonces también es muy artesanal, para la arena existían bancos en el ejido arenal al Norte de la ciudad para lo cual no era

mayor dificultad su obtención, pero la cal, se recoge en una zona de ciudad Madero en forma de piedra de cal que se colocaban en barriles de petróleo rellenos de agua, para realizar el tratamiento que se conocía como apagar la cal; dicho proceso es de temperaturas altas, al irse evaporando el líquido los albañiles le agregaban más y se dejaba tres días, a continuación se cernía para eliminar los grumos y dejarla completamente polvo.

A continuación se presenta un desplante de muro de ladrillo de milpa en el gráfico N° 60.

Gráfico N° 60  
**Desplante de muro de ladrillo de milpa de vivienda tradicional**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

Predominan los muros gruesos de 0.40 o 0.20 m. dando la rigidez al cuatrapeo de los ladrillos de milpa, ya que se aprovecha su medida de 0.05 x

0.10 x 0.20 m. a cada dos hiladas, se coloca una perpendicular al sentido que se coloca normalmente en las esquinas y cruces de muros, donde se amarran haciendo un castillo del mismo ladrillo.

Se usan los muros de ladrillo de milpa por muchos años en la zona de Tampico, se trabajan por medio del cuatrapeo, permitiendo con ello la disminución de los puentes térmicos al interior con respecto del clima exterior.

De las bondades de los muros de ladrillo de milpa que presenta la vivienda tradicional son principalmente el patio central que proporciona aire fresco a toda la vivienda, apoyándose en las altas ventanas rectangulares y los pasillos del zaguán, aportando características climáticas favorables para las altas temperaturas de verano en Tampico.

Asimismo las dimensiones interiores de los espacios en su mayoría son de 3.50 m de altura y la cubierta de bóveda catalana que trabaja a manera de colchón térmico hace que disminuya en un buen porcentaje la temperatura media radiante al interior de la vivienda.

La cubierta de la vivienda tradicional siempre reviste gran importancia, porque en sí es la que más sensación de seguridad brinda al individuo, le protege del asoleamiento y la lluvia, así como también le permite generar un espacio de convivencia social íntima, pues, la techumbre sumada a los muros dan como resultado el espacio interno, el más importante en toda obra arquitectónica, delimitando la morada de la familia con el exterior.

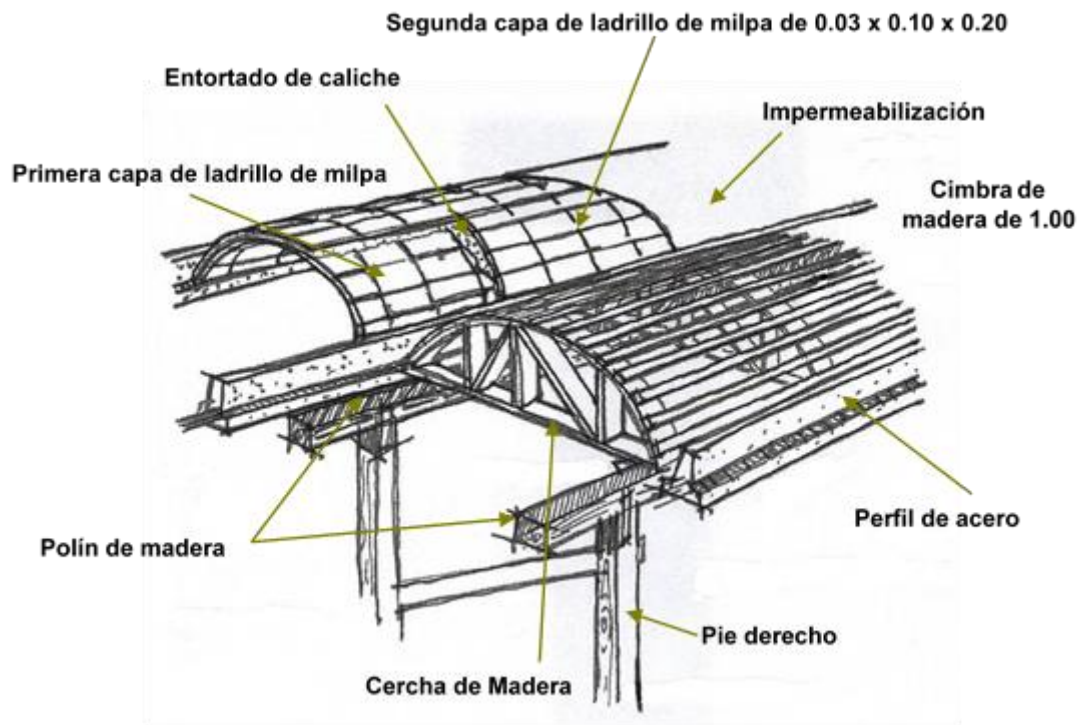
La forma básica de la techumbre varía básicamente en los materiales empleados y en su altura sobre el nivel natural del terreno. Sin embargo, esta regla no siempre se cumple, pues es notorio observar en Tampico, México que una buena cantidad de viviendas tradicionales son de losa sensiblemente plana.

Las variaciones más notables se manifiestan en los materiales y sistemas constructivos empleados, ya que en los primeros cincuenta años del siglo pasado, se utiliza el sistema conocido como la bóveda curva, que no es más que un perfil de acero o polín de madera como es llamado popularmente, colocado en el sentido corto del vano o crujía, haciendo un arco rebajado con

ladrillo de milpa de 0.03 x 0.10 x 0.20 m pegados con pasta de yeso y una capa de compresión de caliche en proporción 1:4, mediante una cimbre de madera de 1:00 m de largo la cual se va corriendo según va creciendo la envolvente, como se aprecia en el siguiente gráfico N° 61.

Gráfico N° 61

### Boceto de detalle de bóveda curva o catalana de la vivienda tradicional



FUENTE: Elaboración Propia.

En la parte superior de la bóveda catalana tanto para entrepiso como para azotea si se deseaba el acabado plano se rellenaba con tezontle y se cubría con una capa de compresión de caliche de 0.02 m como firme. La parte inferior de la bóveda catalana se denomina cielo raso, el cual se elaboraba colocando una manta restirada la cual se le daba un baño de pasta de yeso.

Posteriormente se pintaba con cal y en las esquinas se dejaban rondanas para ventilar el colchón térmico que se producía.

A continuación se presentan las tipologías de la vivienda tradicional estudio de caso a emplear en la presente investigación que no presentan climatización artificial en su funcionamiento, la vivienda Tradicional N° 1 y la N° 4.

### 2.6.1.1 Vivienda tradicional N° 1

La vivienda tradicional N° 1 es la típica vivienda residencial de su época, presenta en sus características arquitectónicas una entrada principal por medio de un zaguán para los propietarios y un pórtico de acceso de servicio más reducido para la servidumbre, el cual conduce por medio de un pasillo lateral al patio central de la vivienda, con tres ventanales al frente de 2.00 x 1.00 m. de doble hoja con abatimiento interior y una tercera superior con abatimiento horizontal al igual que el zaguán para deshumidificar y eliminar el aire caliente del interior, la fachada principal comprende una altura máxima de 4.85 m, como se observa en el gráfico N° 62.

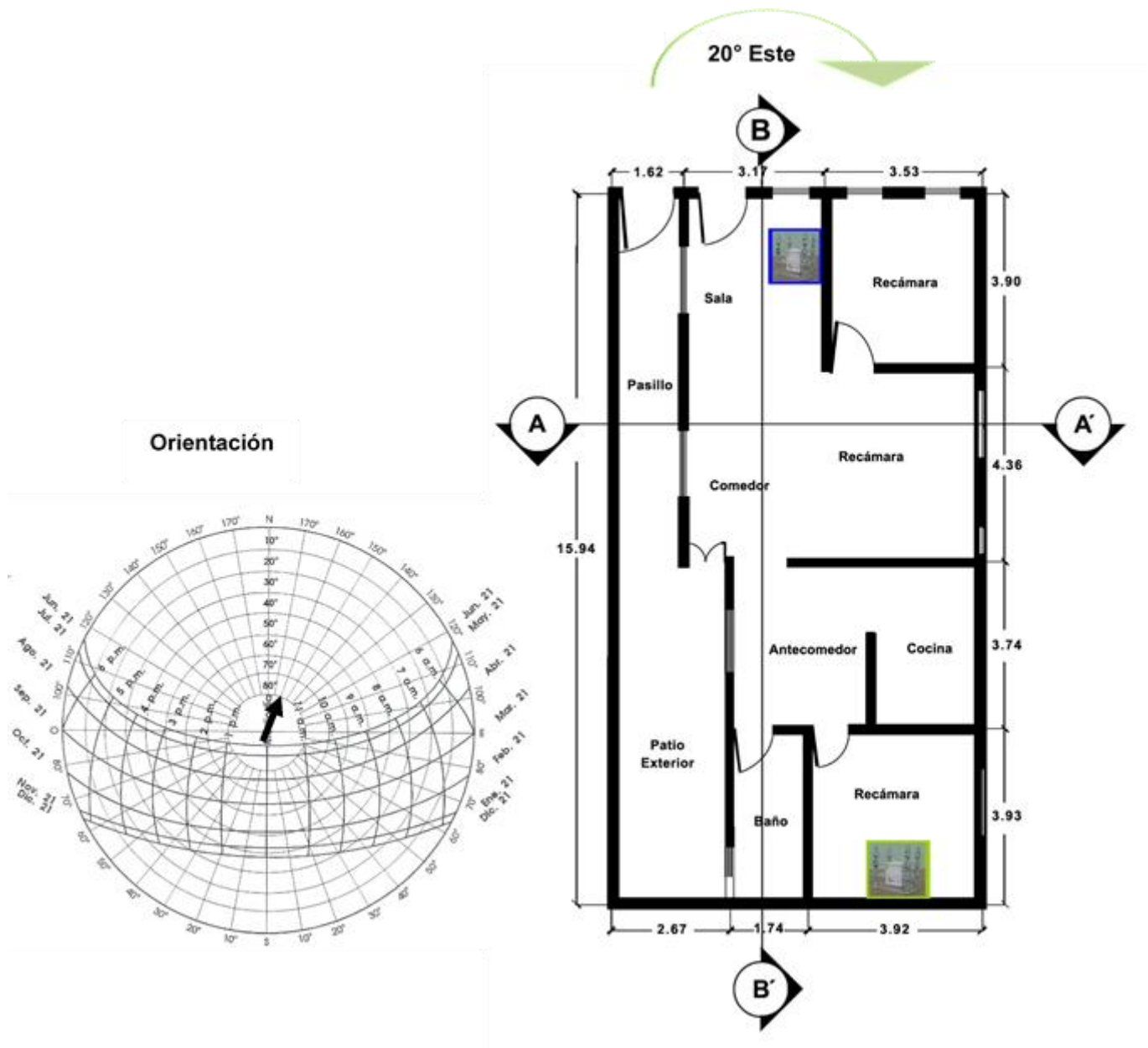
Gráfico N° 62  
**Fachada Principal de la vivienda tradicional**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

Contempla dentro de sus áreas sala, comedor, 3 recámaras, cocina, antecomedor y un baño, el corredor exterior asume el papel de vínculo entre el exterior y el interior, como se presenta con sus medidas en el gráfico N° 63.

Gráfico N° 63  
Planta Arquitectónica típica de la vivienda tradicional



FUENTE: Elaboración Propia.

La vivienda tradicional N° 1 presenta una tendencia con relación a la orientación de 20° al Este con respecto a su fachada principal, dispuesta con orientación Norte-Sur, provocado por el trazado.



En su sistema constructivo la vivienda tradicional N° 1 contempla cimientos de zapata corrida de piedra de braza con escarpio a 60°; sobre una plantilla de tierra de revestimiento de cascajo de 0.05 m.

Los muros son de ladrillo de milpa cuatropeados en las esquinas de 0.05 x 0.10 x 0.20 m; los aplanados interiores y exteriores son de caliche, cal-arena proporción 1:4.

Presenta pisos de mosaico de pasta de 0.40 x 0.40 m en varias tonalidades.

Los ventanales son de madera de cedro a doble hoja y una tercera horizontal más pequeña, con acristalamiento de 9 mm.

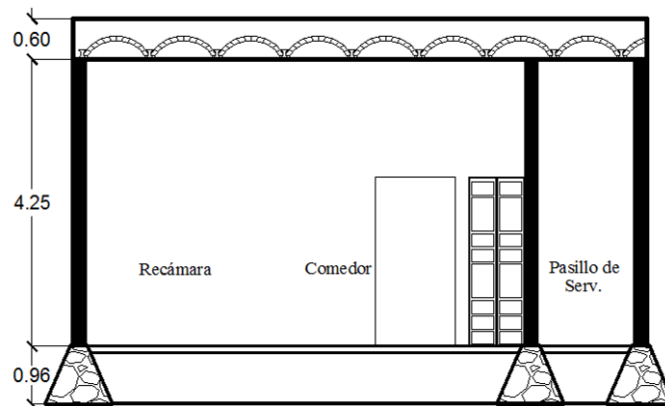
La cubierta es bóveda catalana; con pretils de ladrillo de milpa; e impermeabilización a base de emulsión de asfalto con asbesto.

La instalación hidráulica es de tubería galvanizada; la instalación sanitaria de fierro fundido unido con alquitrán de ulla y sello de plomo; por último la cañería exterior es de barro vitrificado.

El área total de la vivienda tradicional N° 1 es de 564.30 m<sup>3</sup>, con un área de cubierta de 133.00 m<sup>2</sup>, con un área de envolvente sin contemplar la cubierta de 206.00 m<sup>2</sup>, con un área total de aberturas de 48.00 m<sup>2</sup>, dando un porcentaje de aberturas en la envolvente del 30.00%.

Las áreas donde se encuentran los aparatos de medición de temperatura y humedad relativa son la sala sin climatización y comprende 110.00 m<sup>3</sup> y la recámara principal también sin climatización ocupa 65.00 m<sup>3</sup>. La altura interior de piso a cielorraso es de 4.25 m, como se observa en el corte transversal A-A' del gráfico N° 64.

Gráfico N° 64  
**Corte transversal A – A' de la vivienda tradicional**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

Para la vivienda tradicional el crecimiento desmedido de la ciudad de Tampico, México en el siglo XX y la actitud radical en el movimiento moderno trae como consecuencia la transformación de la arquitectura, dándole un carácter especulativo y alejándola cada vez más de la lógica constructiva, basada en la experiencia y el respeto al ambiente.

Se tienen una enorme tradición arquitectónica que no se debe desperdiciar, hay mucho que aprender de arquitectura tradicional de la ciudad de Tampico, México, es decir, la simple experiencia, pragmática de ensayar formar, vanos, materiales y demás elementos constructivos, hasta encontrar los más adecuados para la localidad y clima específico de ese entonces.

A continuación se presentan las colindancias y el contexto urbano del emplazamiento de la vivienda tradicional N° 1.

Gráfico N° 65  
Colindancias de la vivienda tradicional estudio de caso



**FUENTE:** Elaboración Propia.

La vivienda tradicional N° 1 se encuentra en un predio rectangular de 8.50 x 25.50 m, y como se aprecia en el gráfico N° 65, al Norte se presenta su fachada principal con un zaguán principal y un pórtico lateral derecho para acceso de la servidumbre, presenta tres ventanales con herrería clásica original de la zona, al Este colinda con una edificación que en sus orígenes era vivienda pero actualmente se adaptó para guardería, la cual conserva su fachada original.

Al Oeste con un terreno que originalmente era una vivienda gemela a la vivienda tradicional N° 1, el propietario original las mando a construir para su familia las dos, pero con el paso del tiempo dicha vivienda se vendió y el nuevo propietario la derrumbo para transformarla en un estacionamiento abierto y sin techumbre.

En la colindancia Sur se encuentra la fachada trasera la cual está acondicionada con un patio exterior que comulga con los patios de los demás predios de la manzana.

Esta característica de conservar hasta la actualidad los patios traseros todos juntos con una serie de vegetación nativa de la zona y grandes árboles frutales hace que el aspecto térmico de esos espacios atenué las altas temperaturas que se presentan en el Centro de la Ciudad por su gran movimiento, ya que la mayoría de las edificaciones pasaron a ser comercios.

Gráfico N° 66  
**Contexto urbano de la vivienda estudio de caso**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

En el gráfico N° 66 se presenta el entorno o contexto urbano de la vivienda, y la característica de mantener los patios al centro de la manzana como se observa; en el círculo amarillo se identifica la manzana y en el naranja se localiza la vivienda con su patio trasero arbolado, a una cuadra de la Plaza Principal de la Ciudad y Puerto de Tampico, México la Plaza de Armas, que colinda esta a su vez con la Catedral y el Palacio Municipal.

Gráfico N° 67  
**Entorno a los patios traseros de la vivienda estudio de caso**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

El patio central con vista al Hotel Impala, está provisto de árboles frutales, se observa en el gráfico N° 67 la visual que se presenta desde la cubierta de azotea de la vivienda, es la amalgama de los patios traseros de la manzana de cada una de las viviendas tradicionales en el centro de la ciudad, colindantes a la vivienda N° 1. Este es uno de sus principales atributos bioclimáticos, que atenúan las altas temperaturas exteriores, pero se hace hincapié que no proporciona sombra a la vivienda por la separación en distancia a la misma.

La relevancia bioclimática de la vivienda tradicional N° 1 es que en su concepción arquitectónica presenta un pórtico lateral el cual conduce a un pasillo o corredor abierto el cual está ornamentado con plantas y arbustos nativos de la región que atenúan la temperatura entre el exterior y el interior.

Este corredor abierto de paredes en color claro desemboca en el patio central de la vivienda donde se encuentran los grandes árboles frutales de la parte posterior de la vivienda.

Dicho corredor actúa como un dispositivo térmico, ya que funciona como elemento de protección de los muros interiores de la vivienda, retardando la transmitancia térmica hacia el interior del área habitacional, provocando con ello un área sombreada a manera de fuelle térmico, el cual genera un espacio que sirve como separador entre el sol y la sombra como se observa en el gráfico N° 68.

Gráfico N° 68  
**Corredor lateral de la vivienda tradicional estudio de caso**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

La vivienda presenta también una serie de soluciones constructivas naturales bioclimáticas como son en primera instancia el cimientado de piedra braza que impide el ascenso de la humedad del terreno por capilaridad, por ser un material duro y en lo posible lo menos poroso.

A la par de las soluciones naturales, uno de los principales mecanismos bioclimáticos son los grandes ventanales que rodean toda la vivienda de tres



hojas dos verticales de 0.50 m cada una y la tercera hoja en sentido horizontal de 0.20 m en la parte superior para eliminación de humedad y aire caliente del interior.

Esta cuenta con un mecanismo de acero forjado para poder abrirla sin esfuerzo alguno, y todos los espacios cuentan tan solo con un simple ventilador de cielo para su ventilación como se aprecia en el gráfico N° 69, con un mosaico de pasta artístico original que refleja frescor al interior de los espacios.

Gráfico N° 69  
**Ventanales de tres hojas de la vivienda tradicional**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

El aspecto arquitectónico con respecto a los ventanales que se ubican en todos los muros que conectan con el exterior son de relevancia bioclimática en la vivienda tradicional N° 1, ya que presenta ventajas este tipo de solución con respecto a la iluminación natural como se aprecia también el gráfico N° 69, al interior en la mayor parte del día y del año en cuanto al ahorro energético es significativo, asimismo a la calidad y comodidad ambiental

luminosa interior, ya que es la que mejor responde con respecto a la utilidad del usuario.

Por ello la iluminación natural siempre se contempla en la vivienda bajo dos aspectos distintos. El primero es puramente energético, ya que supone una reducción de la dependencia del alumbrado artificial, del consumo de energía y de la contaminación generada en su producción. Asimismo el segundo aspecto igualmente importante, tiene que ver con la comodidad y plasticidad del ambiente luminoso interior, y está más vinculado al diseño y a la concepción arquitectónica del espacio que el aspecto anterior.

La vivienda tradicional N° 1 presenta en su concepción arquitectónica un juego de volúmenes bajo la luz y depende de ella para ser apreciada, y concebir la una sin la otra bioclimáticamente no tendría sentido.

Gráfico N° 70  
**Interior de la vivienda tradicional**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

Aunado a esto la combinación de colores claros con decoración hecha a mano, un aspecto artesanal arquitectónico, asociado a estos detalles, la



vivienda aún conserva el amueblado y aspectos ornamentales originales como en el gráfico N° 70.

Se aprecia en la iluminación natural interior que permite captar del exterior por lo huecos de la piel de la vivienda, en combinación con los colores aplicados, que se plasman matices y texturas, que realizan un juego de luces y sombras naturales, con los volúmenes interiores de la vivienda, agradables al usuario.

La vivienda presenta una cubierta que trabaja a manera de colchón térmico que es la bóveda catalana, asimismo combinado con los grandes espacios en sus interiores la vivienda que cuenta con una altura interior de piso a cielo raso de 4.25 m, en su conformación espacial es una vivienda elaborada con enfoques artesanales y artísticos característicos de una vivienda de adaptabilidad bioclimática para la zona del Sur de Tamaulipas. Otra característica de la vivienda al interior es que es relativamente fresca, ya que la combinación de una cubierta térmica como lo es la bóveda catalana y los muros de ladrillo de milpa con aplanados interiores y exteriores de caliche, hacen que la envolvente de la vivienda transpire, ya que este sistema constructivo en muros regula la humedad ambiental, teniendo la capacidad de absorber y soltar humedad más rápido y en menor cantidad, ajustándose al clima exterior.

La vivienda tradicional N° 1 no manifiesta gran cantidad de muros al interior, sus espacios como se observa en el gráfico N° 70 se separan con elementos arquitectónicos escultóricos sobrios, impidiendo en lo posible con ello la concentración de temperatura y humedad relativa.

A continuación se presentan las características arquitectónicas de la vivienda tradicional N° 4, estudio de caso del presente trabajo.

#### **2.6.1.2 Vivienda tradicional N° 4**

Asimismo la otra vivienda estudio de caso tradicional es la N° 4 es la vivienda típica para la clase obrera o cuartería de su época, presenta una entrada principal con una puerta de hierro forjado la cual conduce a la sala de

la vivienda, con una ventana al frente de 1.50 x 1.00 m de doble hoja una fija y otra corrediza, la fachada principal comprende una altura máxima de 4.60 m, como se observa en el gráfico N° 71.

Gráfico N° 71  
**Fachada Principal de la vivienda tradicional tipo cuartería**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

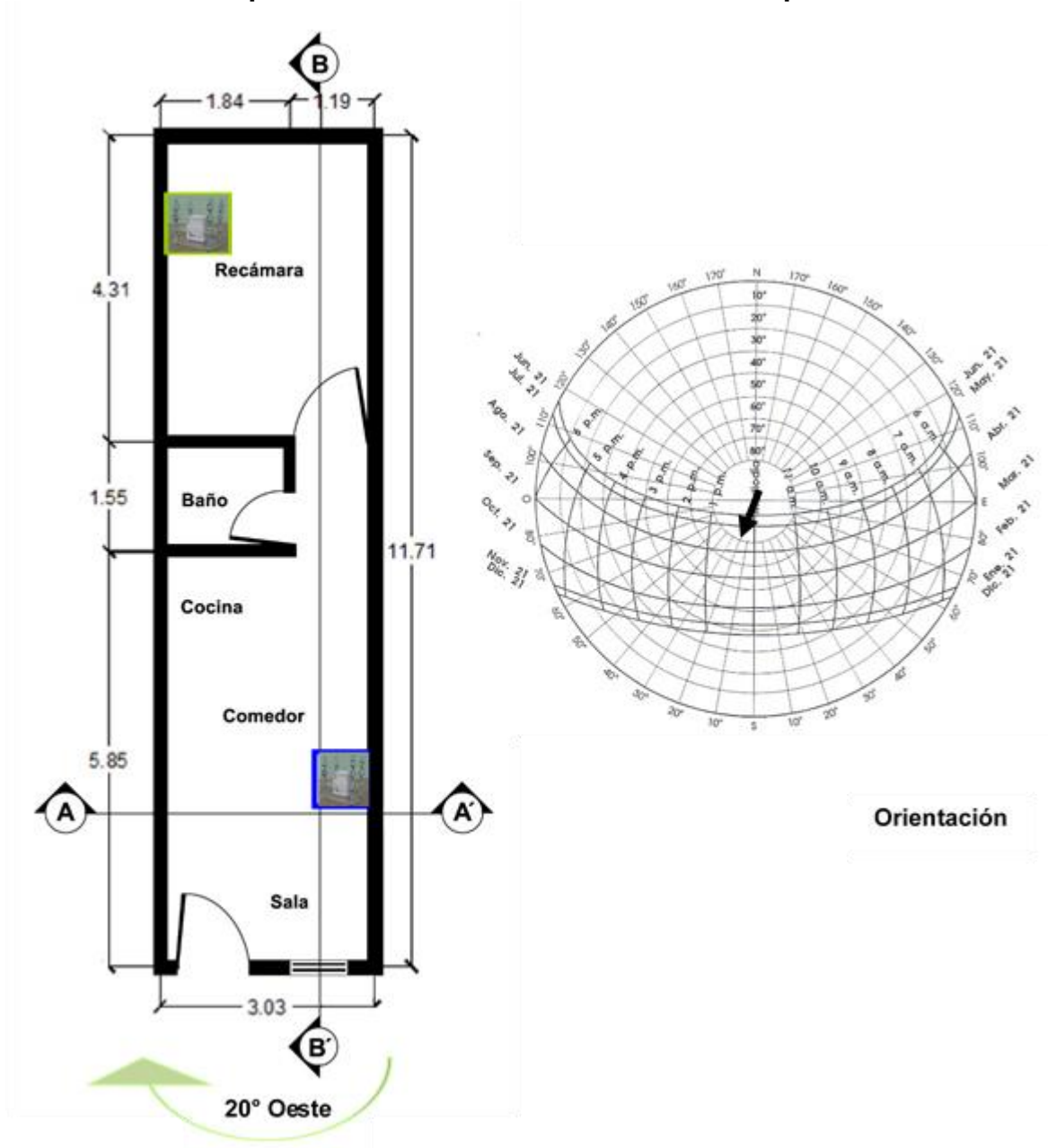
La vivienda tradicional N° 4 presenta en su sistema constructivo cimientos de zapata corrida de piedra de braza con escarpio a 60°; sobre una plantilla de tierra de revestimiento de cascajo de 0.05 m. Los muros son de ladrillo de milpa cuatropeados en las esquinas de 0.05 x 0.10 x 0.20 m; los aplanados interiores y exteriores son de caliche, cal-arena proporción 1:4.

Presenta pisos de mosaico de pasta, en varias tonalidades según espacios. Los ventanales son de fierro forjado, con acristalamiento de 9 mm.

La cubierta es bóveda catalana; con pretils de ladrillo de milpa; e impermeabilización a base de emulsión de asfalto con asbesto.

La vivienda tradicional N° 4 contempla dentro de sus áreas sala, comedor, 1 recámara, cocina y un baño, como se presenta con sus mediciones en el gráfico N° 72.

Gráfico N° 72  
Planta Arquitectónica de la vivienda tradicional tipo cuartería



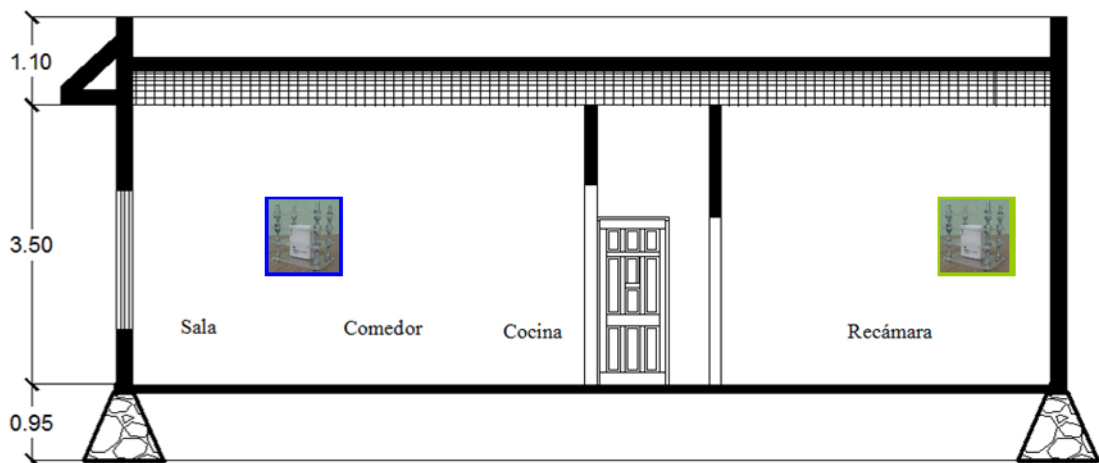
FUENTE: Elaboración Propia.

La vivienda tradicional N° 4 tipo cuartería presenta una tendencia con relación a la orientación de 20° al Oeste con respecto a su fachada principal, dispuesta con orientación Sur-Norte, provocado por el trazado.

El área total de la vivienda tradicional N° 4 es de 124.18 m<sup>3</sup>, con un área de cubierta de 35.50 m<sup>2</sup>, con un área de envolvente sin contemplar la cubierta de 103.18 m<sup>2</sup>, con un área total de aberturas de 6.00 m<sup>2</sup>, dando un porcentaje de aberturas en la envolvente del 6.00%.

Las áreas donde se encuentran los aparatos de medición de temperatura y humedad relativa son la sala sin climatización y comprende 62.00 m<sup>3</sup> y la recámara principal también sin climatización ocupa 45.00 m<sup>3</sup>. La altura interior de piso a cielorraso es de 3.50 m, como se observa en el corte longitudinal B-B' del gráfico N° 73.

Gráfico N° 73  
Corte longitudinal B – B' de la vivienda tipo cuartería



FUENTE: Elaboración Propia.

A continuación se presentan las colindancias y el contexto urbano del emplazamiento de la vivienda tradicional N° 4.

Gráfico N° 74  
**Colindancias de la vivienda tradicional cuartería estudio de caso**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

La vivienda tradicional tipo cuartería N° 4 se encuentra en un predio rectangular de 3.25 x 15.00 m, y como se aprecia en el gráfico N° 74, presenta una característica especial este tipo de vivienda tradicional de la ciudad, colinda con una serie de viviendas denominadas cuarterías, de aquel entonces con medidas mínimas y apareadas unas con otras por sus muros laterales; al Norte se presenta su fachada trasera que colinda con el patio central de la manzana, amalgama de todos los patios traseros de las viviendas, al Este colinda con una edificación que en sus orígenes era vivienda pero actualmente se adaptó para un comercio que se dedica al mantenimiento de computadoras, la cual conserva su fachada original.

Al Oeste con una edificación que también originalmente era vivienda y se acondicionó como restaurante de comida rápida, la cual si tuvo cambios mínimos en su fachada principal.

En la colindancia Sur se encuentra la fachada principal de la vivienda tradicional N° 4, colinda con la calle Álvaro Obregón en el segundo cuadro de la ciudad de Tampico, México.

Presenta la misma característica de conservar hasta la actualidad los patios traseros todos juntos con una serie de vegetación nativa de la zona y grandes árboles frutales hace que el aspecto térmico de esos espacios atenué las altas temperaturas que se presentan en el Centro de la Ciudad por su gran movimiento, ya que la mayoría de las edificaciones pasaron a ser comercios.

Gráfico N° 75  
**Contexto urbano de la vivienda tradicional estudio de caso**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

En el gráfico N° 75 se presenta el entorno o contexto urbano de la vivienda, y la característica de mantener los patios al centro de la manzana como se observa; en el círculo amarillo se identifica la manzana y en el naranja se localiza la vivienda con su patio trasero arbolado, la vivienda se encuentra a una cuadra del Canal de la Cortadura de Tampico, México.



Gráfico N° 76  
**Entorno a los patios traseros de la vivienda estudio de caso**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

En el gráfico N° 76 se presenta el patio central arbolado que se forma, amalgama de los patios traseros de cada una de las viviendas tradicionales en el centro de la ciudad, haciendo hincapié que los árboles atenúan el microclima pero no aportan sombra directa a las viviendas como se observa.

La vivienda presenta también una serie de soluciones constructivas naturales bioclimáticas como son en primera instancia el cimiento de piedra braza que impide el ascenso de la humedad del terreno por capilaridad, por ser un material duro y en lo posible lo menos poroso.

Al interior la vivienda no utiliza climatización artificial, tan sólo emplea ventiladores de piso en cada una de las áreas, y abanicos de techo en la sala, comedor y recámara principal.

Bioclimáticamente es una vivienda estrecha con aberturas solamente en la fachada principal y en la posterior que colinda con el patio arbolado, es relativamente caliente por su alta concentración de humedad relativa al interior y no poder deshumidificar por falta de ventilación cruzada.

La vivienda presenta una cubierta que trabaja a manera de colchón térmico que es la bóveda catalana, asimismo combinado con los grandes espacios en sus interiores la vivienda que cuenta con una altura interior de piso a cielo raso de 3.50 m.

También la vivienda en su interior atenúa el calor la combinación de una cubierta térmica como lo es la bóveda catalana y los muros de ladrillo de milpa con aplanados interiores y exteriores de caliche, hacen que la envolvente de la vivienda transpire.

Desafortunadamente, este tipo de construcciones tradicionales no se continúan edificando en Tampico por la llegada de los materiales industrializados de construcción y su acompañada globalización, la migración de la gente de las pequeñas comunidades a la ciudad, así como el fenómeno de la transculturación, entre otros.

La mayoría de las viviendas tradicionales se sustituyen por viviendas modernas comunes sin carácter y mayor función arquitectónica que la del refugio y aunque no se pretende ofrecer un panorama excesivo en donde las tradiciones, orígenes culturales e históricos se vean detenidas por la modernidad.

### **2.6.2 Características urbano-arquitectónicas de la vivienda común**

La tecnología de la vivienda común, es la producción masiva de la arquitectura, y por lo tanto, es la vivienda industrializada y estandarizada para la población en general, construida de 1980 a 2014 en Tampico, México.

El alto costo de la tierra en la zona metropolitana, resulta inaccesible para los promotores inmobiliarios o constructores, quienes optan por adquirir reservas en la periferia de la ciudad o en otros municipios circunvecinos a Tampico.

Es el nuevo tipo de vivienda de interés social o común que se construye en Tampico que, alejada cada vez más del orbe tampiqueño, ofrece al usuario el calvario de la distancia y espacios cada vez más pequeños.



Esto da margen para tener terrenos más grandes, con lotes de 90.00 m<sup>2</sup> o más, cuando en la zona metropolitana la vivienda común más grande ronda sobre los 60.00 m<sup>2</sup>.

En la actualidad en la ciudad de los pocos terrenos que quedan baldíos en su totalidad no llegan a las 40 hectáreas. La superficie promedio actual de una finca común en la zona metropolitana, es de 70.00 m<sup>2</sup>, aunque también existen opciones que miden 45.00 o 55.00 m, donde apenas cabe un baño, dos recámaras, una pequeña sala y cocina. Algo que en espacios quizá no es lo que se necesita, pero cuando menos le da al usuario lo que realmente puede adquirir.

El crecimiento de Tampico en los últimos años se realiza hacia el Norte, ya que la demanda de vivienda en forma desmedida con un poco más de 70 Mil en todo su espacio territorial, se realiza sin planificación urbana mediante la adquisición de ranchos y ejidos.

La tendencia histórica en la vivienda común, va a la baja, al menos en términos de superficie. Es lamentable, cada año disminuye su tamaño. Hace 15 o 20 años miden más de 120.00 m<sup>2</sup>; ahora cuando mucho llegan a la mitad.

El rubro de edificación de vivienda común representa alrededor del 40.00% de las actividades de construcción en Tampico. No hay otra rama que tenga esta importancia. Los protagonistas de este nicho comercial no rebasan las 10 empresas, de las cuales sólo tres tienen más de la mitad del mercado: Jardines de Champayán, Aryve y Geo; el resto son medianas y pequeñas empresas.

La vivienda común presenta características arquitectónicas similares a los producidos en varias ciudades de México, sin importar el clima, orientación y localización de la misma.

Los cuales conforman la mayoría de las colonias al norte de la ciudad, y es ahí donde se realiza el emplazamiento de la vivienda común estudio de caso del presente trabajo de investigación, añadiendo a esto que el 63.00% del territorio son cuerpos de agua, como se observa en el gráfico N° 77.

Gráfico N° 77  
**Norte de la Ciudad de Tampico, México**



**FUENTE:** Google Earth Pro. (Marzo 2014).

Los cimientos son de materiales prefabricados y en gran parte de las viviendas comunes son simples losas de concreto con espesores ínfimos cerca de los 0.05 m y de características térmicas desfavorables, ya que si aportan actividad a la capilaridad, y se debe recordar que Tampico está rodeado de mantos acuíferos y presenta una inmensa cantidad de niveles freáticos en la mayor parte del territorio de zona habitacional.

Los muros se caracterizan por ser en su mayoría recubiertos directamente al block de materiales aislantes al exterior como los estucos con partículas de fibra de vidrio que no pueden transpirar a su vez, y continua atrapada la alta humedad relativa que no es más que partículas de agua en el aire, sin tener oportunidad alguna de escapar del interior de las viviendas comunes, sobre todo por carecer de ventanas amplias, ya que son reducidas y con mínimas posibilidades de ventilación cruzada en la gran mayoría de los proyectos arquitectónicos.

Las cubiertas son de dimensiones mínimas en su conjunto se caracterizan por ser aligeradas de casetones de poliestireno o de block doble losa de 0.40 x 0.40 x 0.20 m con una capa de compresión de 0.05 m, materiales de características calientes y húmedas y no les da posibilidad de salir de la vivienda, al mismo tiempo que las alturas promedio por nivel oscilan entre los 2.30 y 2.50 m.

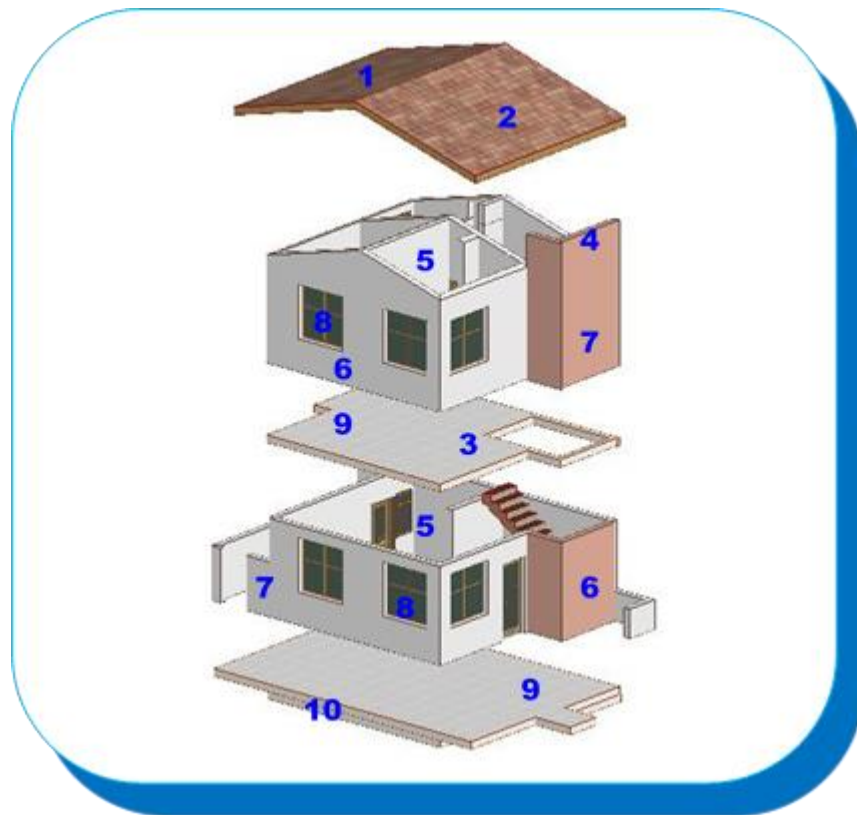
La vivienda común debe replantear climáticamente sus proyectos con respecto al inmenso mosaico de climas que existen a nivel nacional y se debe proyectar para la localidad en la cual se va a emplazar.

El emplazamiento de la construcción sostenible, debe ser la construcción del futuro, se puede definir como aquella que, con especial respeto y compromiso con el Medio Ambiente, implica el uso sostenible de la energía. Cabe destacar la importancia del estudio de la aplicación de las energías renovables en la construcción de la vivienda, así como una especial atención al impacto ambiental que ocasiona la aplicación de determinados materiales de construcción y la minimización del consumo de energía que implica la utilización de la propia vivienda.

Desde el punto de vista constructivo, la mano de obra especializada por cada maestro albañil, carpintero, plomero, electricista y sus respectivos ayudantes, así como los materiales, herramientas y utensilios empleados en la vivienda común de Tampico se aprecian a detalle sus sistemas constructivos, (Ver Anexo N° 4).

De cada solución constructiva adoptada en la edificación de la vivienda común, se presenta una explosión de la vivienda común típica en el siguiente grafico N° 78.

Gráfico N° 78  
**Explosión de sistemas constructivos en vivienda común típica de Tampico, México**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

| N° | Solución Constructiva  |
|----|--|
| 1  | Impermeabilizante a base de resinas acrílicas y capas de fibra de vidrio               |
| 2  | Cubierta aligerado con vigueta y bovedilla, block doblelosa o casetón de poliestireno  |
| 3  | Entrepiso aligerado con vigueta y bovedilla, block doblelosa o casetón de poliestireno |
| 4  | Pretiles de Bloque ligero de 0.15 x 0.20 x 0.40 m                                      |
| 5  | Aplanado interior de yeso, Adeblock o estuco acabado color                             |
| 6  | Muro de Bloque pesado de 0.15 x 0.20 x 0.40 m  |
| 7  | Aplanado exterior de cemento-arena, Adeblock o estuco acabado color                    |
| 8  | Cancellation de aluminio natural con acristalamiento de 6 mm                           |
| 9  | Pisos de loseta vitrificada, o acabado cemento pulido                                  |
| 10 | Losa de cimentación de capa de concreto armado o aligerada igual a la de azotea        |
| 11 | Instalación hidráulica de tubería de P.V.C.  |
| 12 | Instalación Sanitaria Tubería de Cobre   |

A continuación se presentan las tipologías de la vivienda común estudio de caso a emplear en la presente investigación que no presentan climatización artificial en su funcionamiento, la vivienda común N° 15 y la N° 16.

### 2.6.2.1 Vivienda Común N° 15

La vivienda común N° 15 presenta una entrada principal con una puerta de covintec, el cual conduce a la sala de la vivienda, con una ventana al frente de la recámara principal de 1.50 x 1.50 m otra ventana de la sala de 1.50 x 1.50 m y la de la escalera de 0.60 x 0.90 m de aluminio natural y cristal de 6 mm, la fachada principal comprende una altura máxima de 5.80 m, como se observa en el gráfico N° 79.

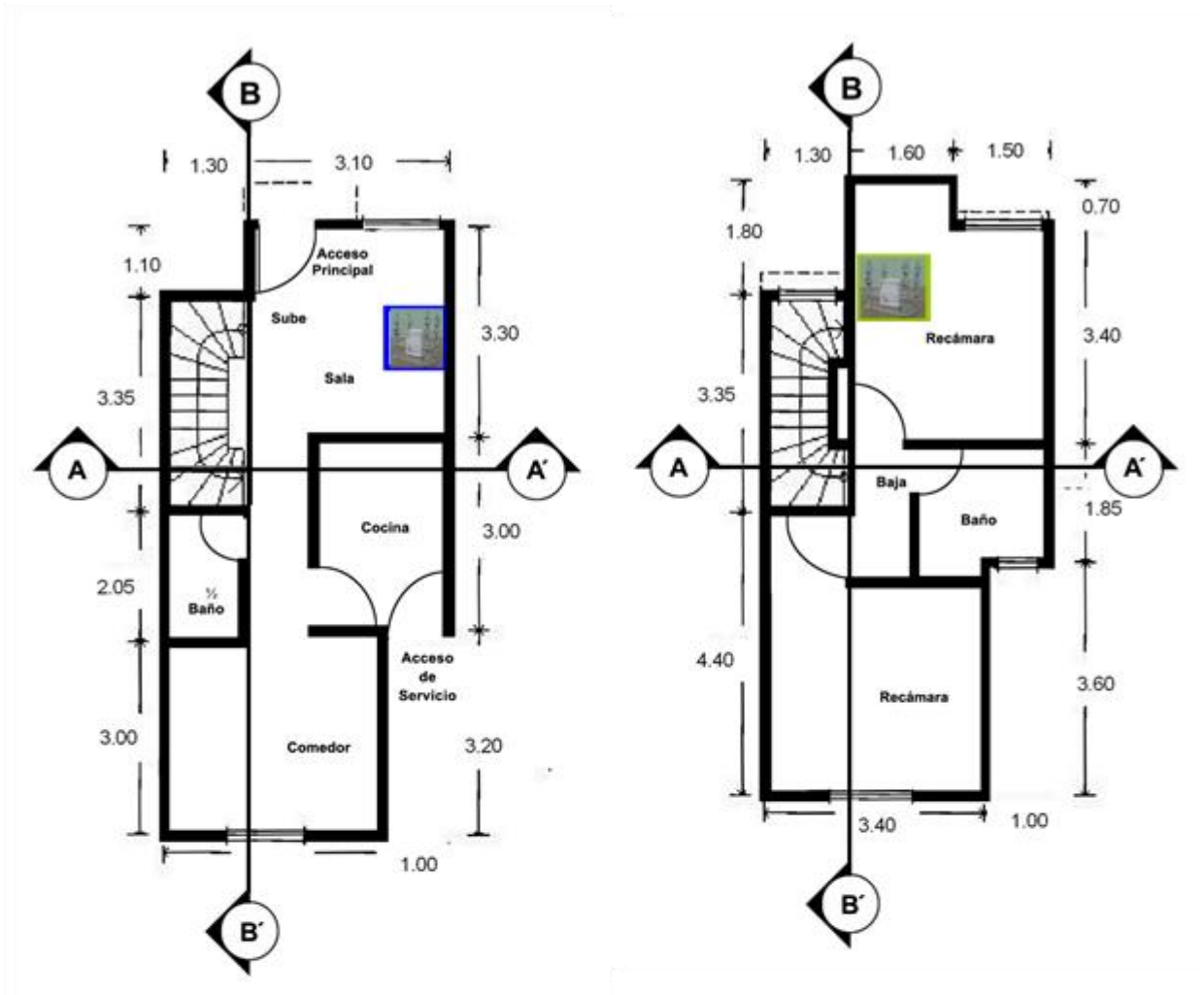
Gráfico N° 79  
**Fachada principal de la vivienda común**



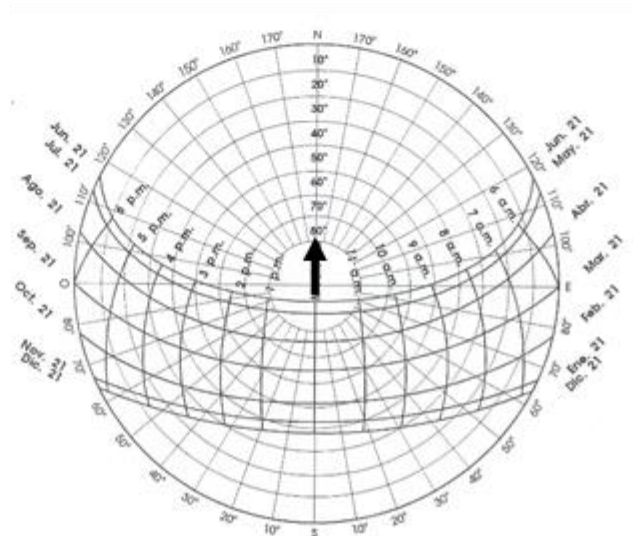
**FUENTE:** Elaboración Propia.

La vivienda común N° 15 contempla dentro de sus áreas un acceso principal, sala, comedor, cocina, ½ baño, patio de servicio, escaleras, 2 recámaras y un baño, como se presenta con sus mediciones en el gráfico N° 80.

Gráfico N° 80  
Plantas Arquitectónicas típicas de la vivienda común



FUENTE: Elaboración Propia.



Orientación

FUENTE: Elaboración Propia.

La vivienda común N° 15 presenta una orientación completamente al Norte con respecto a su fachada principal, dispuesta con orientación Norte-Sur.

La vivienda presenta en su sistema constructivo cimientos de losa de cimentación con capa de concreto armado.

Los muros son de bloque pesado de 0.15 x 0.20 x 0.40 m; los aplanados interiores son de yeso y los exteriores de cemento-arena en proporción 1:4.

Presenta pisos de loseta vitrificada de 0.33 x 0.33 m.

La cancelería es de aluminio natural con acristalamiento de 6 mm.

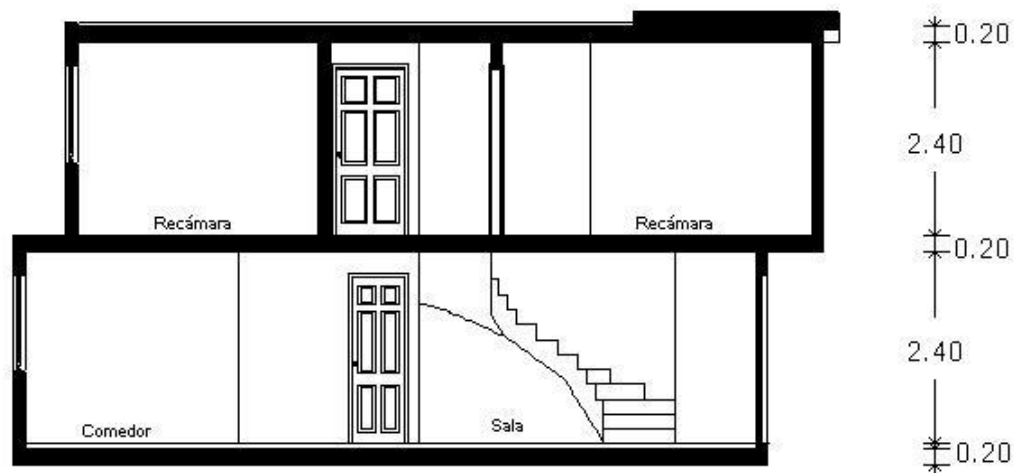
La cubierta de entrepiso y de azotea es aligerada con vigueta y bovedilla y una capa de compresión de 0.05 m.; con pretilas de bloque ligero; e impermeabilización a base de resinas acrílicas y capas de membrana de fibra de vidrio.

La instalación hidráulica es de tubería de P.V.C.; la instalación sanitaria de cobre; por último la cañería exterior es de P.V.C.

El área total de la vivienda común N° 15 es de 200.00 m<sup>3</sup>, con un área de cubierta de 42.00 m<sup>2</sup>, con un área de envolvente sin contemplar la cubierta de 161.80 m<sup>2</sup>, con un área total de aberturas de 75.00 m<sup>2</sup>, dando un porcentaje de aberturas en la envolvente del 9.00%.

Las áreas donde se encuentran los aparatos de medición de temperatura y humedad relativa son la sala sin climatización y comprende 25.00 m<sup>3</sup> y la recámara principal también sin climatización ocupa 31.00 m<sup>3</sup>. La altura interior de piso a cielorraso es de 2.40 m, como se observa en el corte longitudinal B-B' del gráfico N° 81.

Gráfico N° 81  
Corte longitudinal B – B' de la vivienda común



FUENTE: Elaboración Propia.

A continuación se presentan las colindancias y el contexto urbano del emplazamiento de la vivienda común N° 15.

La vivienda se encuentra en un predio de 10.00 m de frente x 12.00 m de fondo, y como se aprecia en el gráfico N° 82, al Norte se presenta su fachada principal con la Av. Las Torres, el predio presenta un espacio para jardín el cual se utiliza como cochera, y sólo preserva césped en esa área.

Al Este y al Oeste colinda con viviendas de similar tipología, ya que la vivienda común N° 15 se encuentra al centro de 5 viviendas de las mismas características constructivas a bordo de banqueta.

La vivienda por encontrarse en un área abierta sobre todo al frente por la fachada principal, no cuenta con climatización artificial, emplea solamente ventiladores de techo en las áreas grandes como la sala, comedor y recámaras, apoyados con ventiladores de piso.



Gráfico N° 82  
**Colindancias de la vivienda común estudio de caso**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

En la colindancia Sur se encuentra la fachada trasera la cual está acondicionada como jardín exterior en el cual se encuentra un pequeño espacio que se acondiciona como patio de tendido, con una barda de 1.50 m de altura.

La vivienda común N° 15 presenta en el entorno o contexto urbano una densidad media alta, la característica de mantener cada vivienda su propia área de jardín, al frente presenta una extensa área abierta sin vegetación alta como arbustos o árboles, se emplea como colchón de seguridad de la planta de la Comisión Federal de Electricidad.

En la parte posterior colinda con varios fraccionamientos que conservan predios de 120.00 m<sup>2</sup> cada vivienda, haciendo con esto un espacio urbano fresco por no tener interferencia alguna de grandes alturas o interferencia de vientos reinantes como se aprecia en el siguiente gráfico N° 83.

Gráfico N° 83  
**Contexto urbano de la vivienda estudio de caso**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

La relevancia bioclimática de la vivienda común N° 15 es que en su concepción arquitectónica presenta un jardín propio y la vivienda es independiente, no está apareada con las colindancias, y está emplazada en un terreno con una visual al frente extensa de terreno abierto pero, no presenta vegetación que proporcione sombra a la vivienda como se observa en los gráficos N° 82 y 83.

La vivienda común presenta una cubierta aligerada de vigueta y bovedilla, dentro de las que se encuentran en el mercado de la construcción es una de las más frescas de la zona. Está con capa de compresión de mortero de 0.05 m de entortado e impermeabilizante a base de resinas acrílicas y capas de fibra de vidrio.

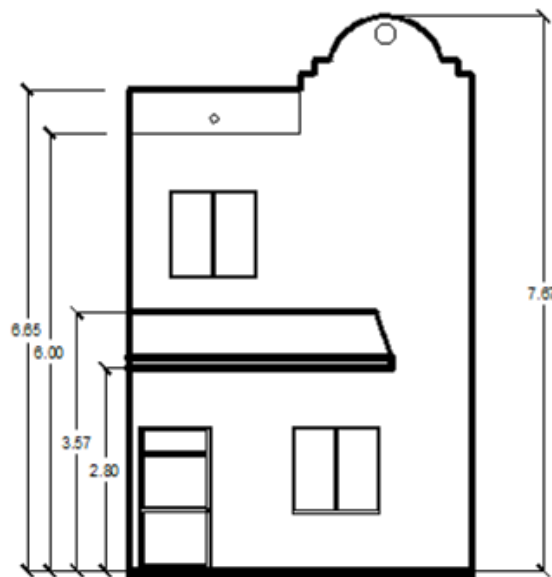
Las alturas interiores de piso a cielo raso de la vivienda son de 2.40 m, alturas que en la actualidad para el clima de la zona son bajas por preservar acumulación de aire caliente que tiende a subir en la vivienda. Con respecto a los muros son de block pesado con aplanados al interior de yeso y al exterior de cemento-arena, haciendo con ello muros que transpiran, ya que este

sistema constructivo en muros regula la humedad ambiental, teniendo la capacidad de absorber y soltar humedad más rápido y en menor cantidad, ajustándose al clima exterior.

### 2.6.2.2 Vivienda Común N° 16

Asimismo la vivienda común N° 16 estudio de caso del trabajo, presenta una entrada principal con una puerta de covintec, el cual conduce a la sala de la vivienda, con una ventana al frente de la recámara principal de 1.50 x 1.50 m. otra ventana de la sala de 1.50 x 1.50 m de aluminio natural y cristal de 6 mm, como se observa en el Gráfico N° 84.

Gráfico N° 84  
Fachada principal de la vivienda común



FUENTE: Elaboración Propia.

La vivienda común N° 16 presenta en su sistema constructivo cimientos de zapata corrida de concreto armado.

Los muros son de bloque pesado de 0.15 x 0.20 x 0.40 m; los aplanados interiores son de yeso y los exteriores de cemento-arena en proporción 1:4.

Presenta pisos de loseta vitrificada, de 0.30 x 0.30 color blanco hueso. La cancelaría de aluminio natural con acristalamiento de 6 mm.

La cubierta de entrepiso y de azotea es aligerada con vigueta y bovedilla y una capa de compresión de 0.05 m; con pretilas de bloque ligero; e impermeabilización a base de resinas acrílicas y capas de membrana de fibra de vidrio.

La instalación hidráulica es de tubería de P.V.C.; la instalación sanitaria de cobre; por último la cañería exterior es de P.V.C.

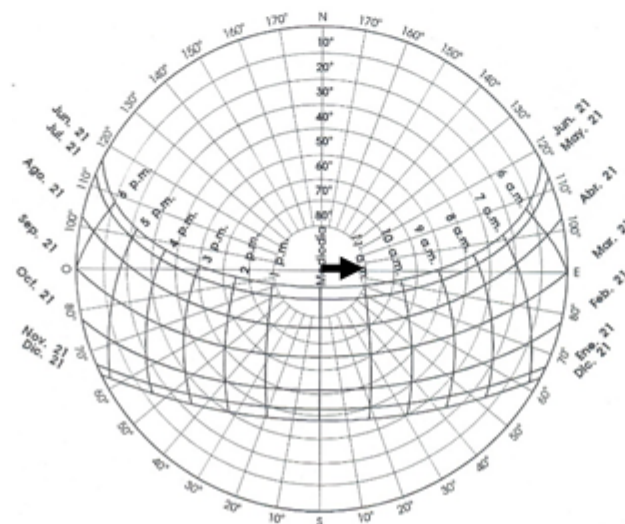
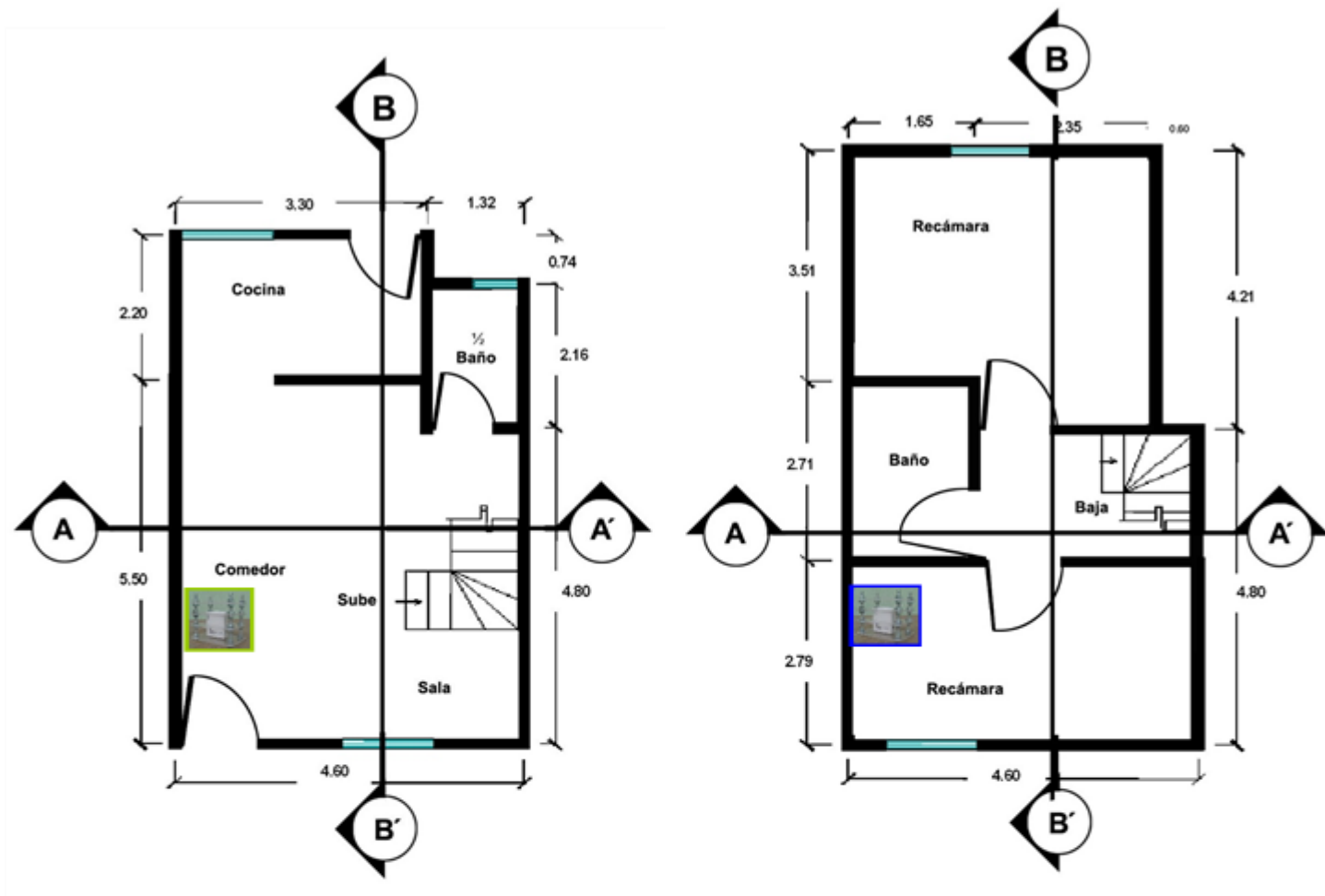
El área total de la vivienda común N° 16 es de 210.00 m<sup>3</sup>, con un área de cubierta de 41.45 m<sup>2</sup>, con un área de envolvente sin contemplar la cubierta de 163.30 m<sup>2</sup>, con un área total de aberturas de 12.00 m<sup>2</sup>, dando un porcentaje de aberturas en la envolvente del 7.00%.

Las áreas donde se encuentran los aparatos de medición de temperatura y humedad relativa son la sala sin climatización y comprende 73.00 m<sup>3</sup> y la recámara principal también sin climatización ocupa 36.00 m<sup>3</sup>. La altura interior de piso a cielorraso es de 2.80 m.

La vivienda común N° 16 contempla dentro de sus áreas un acceso principal, sala, comedor, cocina, ½ baño, patio de servicio, escaleras, 2 recámaras y un baño, como se presenta con sus mediciones en el gráfico N° 85 y el corte longitudinal B-B' del gráfico N° 86.

Asimismo se presenta en la orientación el diagrama de la trayectoria solar con respecto a la Latitud y Norte y Longitud Oeste con respecto al Meridiano de Greenwich para Tampico, México y la orientación con relación a la fachada principal indicada con una flecha y su eje de emplazamiento.

Gráfico N° 85  
Plantas Arquitectónicas típicas de la vivienda común



Orientación

FUENTE: Elaboración Propia.

Gráfico N° 86  
Corte longitudinal B – B' de la vivienda común



FUENTE: Elaboración Propia.

A continuación se presentan las colindancias y el contexto urbano del emplazamiento de la vivienda común N° 16.

En la colindancia Oeste se encuentra la fachada trasera la cual está acondicionada como jardín exterior en el cual se encuentra un pequeño espacio que se acondiciona como patio de tendido, con un área que presenta arbustos de mediano tamaño.

La vivienda común N° 16 se encuentra en un predio de 8.00 de frente x 15.00 m de fondo, y como se aprecia en el gráfico N° 87, al Norte y al Sur colinda con viviendas de similar tipología, ya que la vivienda se encuentra al centro de un fraccionamiento.

Gráfico N° 87  
**Colindancias de la vivienda común estudio de caso**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

La fachada principal da al Este franco con la Calle Privada Colombia, luce un pequeño jardín con plantas de tipo palmera enana y el área de cochera, y no recibe sombra alguna ni por vegetación o solución constructiva.

La vivienda común N° 16 refiere en el entorno o contexto urbano una densidad media alta, con la característica de mantener cada vivienda su propia área de jardín al frente y en la parte posterior. Se encuentra emplazada en una zona mixta entre lo habitacional que ha sido rebasado por lo comercial e industrial, a una cuadra de la conocida Curva Texas, en la Carretera Tampico- Mante.

En la parte posterior colinda con varios fraccionamientos que conservan predios de 120.00 m<sup>2</sup> cada vivienda, haciendo con esto un espacio urbano fresco por no tener interferencia alguna de grandes alturas o interferencia de vientos reinantes como se aprecia en el siguiente gráfico N° 88.



**Gráfico N° 88**  
**Contexto urbano de la vivienda estudio de caso**



**FUENTE:** Elaboración Propia.

La relevancia bioclimática de la vivienda común N° 16 es que en su concepción arquitectónica presenta un jardín propio y la vivienda es independiente, pero si esta apareada con la vivienda que colinda al Sur.

En el gráfico N° 88 en el círculo naranja se identifica el emplazamiento de la vivienda la cual pertenece a un fraccionamiento abierto y con régimen en condominio.

La principal bondad bioclimática de la vivienda común N° 16 es que el emplazamiento con respecto al Eje Este-Oeste hace que los vientos reinantes al abrir las ventanas entran francos durante todo el año, y desplazan a la humedad relativa y el aire caliente concentrados en el interior al exterior.

La vivienda común N° 16 presenta una cubierta aligerada de vigueta y bovedilla, con terminación con mortero de 0.05 m de entortado e impermeabilizante a base de resinas acrílicas y capas de fibra de vidrio.



El interior contempla alturas interiores de piso a cielorraso de 2.80 m, que en la actualidad para el clima de la zona son consideradas de cierta altura perceptible por preservar la mínima acumulación de aire caliente en la vivienda.

Con respecto al aspecto bioclimático de los muros son de block pesado con aplanados al interior de yeso y al exterior de cemento-arena, haciendo con ello muros que transpiran, ya que este sistema constructivo en muros regula la humedad ambiental, teniendo la capacidad de absorber y soltar humedad más rápido y en menor cantidad, ajustándose al clima exterior.

Dentro de las estrategias térmicas de la arquitectura en la vivienda, se pintó al exterior con colores claros, crema en los muros y acabados blancos en la cubierta de azotea, al interior se pinta de color beige claro para reflejar mejor la luminosidad. No presenta climatización artificial solamente natural y ventiladores tanto de techo en los espacios grandes y ventiladores de piso.

Todas las características y especificaciones en general de las viviendas estudio de caso se presentan en el (Anexo N° 3), de las Fichas Tipológicas.

A continuación se presenta el Capítulo III de la investigación donde se esboza metodológicamente los pasos a seguir para el presente trabajo.

# Capítulo III



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

En este capítulo se presenta, cómo se asume el problema de investigación, que es con base a diversos pasos a realizar para el trabajo, dentro de ellos la caracterización y selección de las zonas de estudio, así como los instrumentos y sus características a utilizar para determinar la adaptabilidad higrotérmica en la vivienda tradicional y común para realizar el experimento científico.

#### **3.1 Fundamentos metodológicos**

Según el nivel de conocimiento científico y observación al que espera llegar el investigador, formula que la presente investigación es en primera instancia, un estudio diacrónico, y conformado como estudio de caso, de acuerdo al tipo de información que se espera obtener, así como el nivel de análisis que se debe realizar, considerando los objetivos y la hipótesis de trabajo.

El presente trabajo es diacrónico, porque analiza el problema de investigación en su génesis y conformación histórica con una visión de conjunto, que permite establecer las causas verdaderas que lo originan, como también la manera como se manifiesta en el proceso de su desenvolvimiento.

El objetivo de la presente investigación es determinar la climatología urbana por modificación antropogénica en la calidad del hábitat y su grado de adaptabilidad higrotérmica, al interior de la vivienda tradicional y la vivienda común en Tampico, México. En donde la hipótesis de trabajo es:

Si se realiza la valoración climatológica urbana por modificación antropogénica, se comprobará que el sistema constructivo de las viviendas, determina el grado de adaptabilidad higrotérmica al interior de las mismas en Tampico, México.

Si se realiza la valoración climatológica urbana por modificación antropogénica, se determinará la calidad del hábitat donde la vivienda tradicional logra una adaptabilidad higrotérmica mayor, que la vivienda común, con respecto al clima tropical en Tampico, México.

Por lo tanto, las variables de estudio son:

Independiente. Climatología urbana por modificación antropogénica

Dependiente. Adaptabilidad higrotérmica de viviendas estudio de caso

La investigación permite desmembrar, con base a la hipótesis de trabajo, toda una idea, con el propósito de determinar la climatología urbana por modificación antropogénica, así como las oscilaciones en el ambiente interior temporales de temperatura y humedad relativa de la vivienda tradicional en contraste con la vivienda común, estableciendo la calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica.

Por lo tanto, es una investigación experimental aplicada para identificar patrones del comportamiento de temperatura y humedad relativa solamente, no realizados con anterioridad en Tampico, México.

El comportamiento térmico es el hilo conductor de la investigación, por medio de los factores que influyen en la comodidad al exterior e interior de las viviendas estudio de caso, por la tendencia del microclima que viene a ser el efecto de la isla de calor urbano y sus variaciones en Tampico, México.

La metodología a implementar es de tipo multimodal y por triangulación, ya que los diferentes métodos aplicados ofrecen el acercamiento cuantitativo y cualitativo del problema facilitando el análisis del estudio de caso y así poder evaluarlo. Al mismo tiempo, la presente investigación se apoya en varios tipos de estudio para lograr resultados idóneos como el descriptivo, bibliográfico y de campo.

La metodología se realiza en dos fases, que permite en su procedimiento centrar la atención en primera instancia en la climatología urbana por modificación antropogénica y por lo tanto, determinar la calidad del hábitat y adaptabilidad higrotérmica de las viviendas estudio de caso. Para obtener información amplia y profunda, se utiliza la entrevista, la observación, el análisis de documentos y la medición térmica.

A continuación se presentan uno a uno los pasos a seguir para lograr metodológicamente el presente trabajo de investigación.

### **3.2 Climatología urbana por modificación antropogénica**

Este trabajo aborda las características del microclima urbano que afecta el rendimiento energético de la vivienda estudio de caso y la aplicación de las tecnologías de energía renovable.

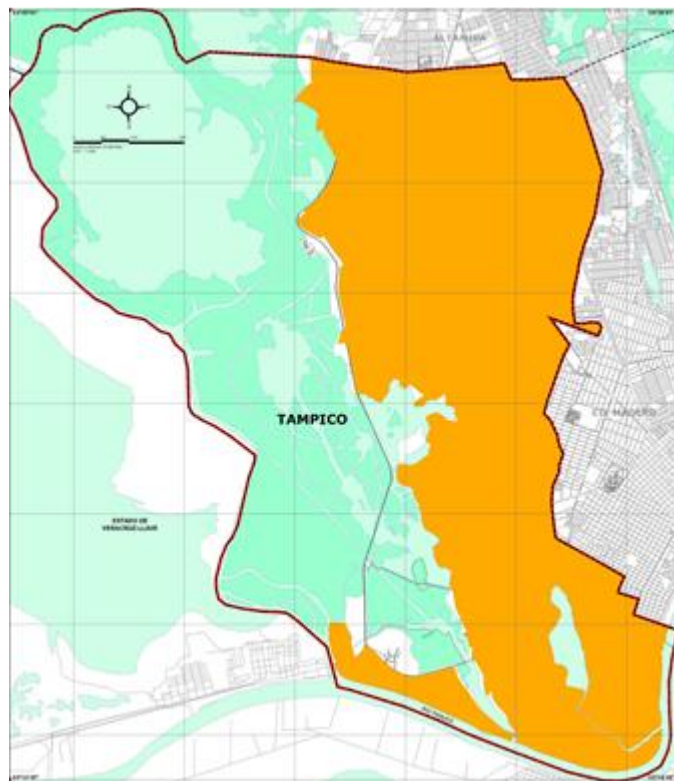
Se pretende por lo tanto, evaluar si los parámetros climáticos están influenciados significativamente por los atributos de texturas urbanas, que ponen de relieve la necesidad tanto de proporcionar la información microclimática y utilizarla en las etapas de diseño de la vivienda. Esta investigación proporciona un valioso conjunto de información microclimática para la zona urbana densa de la ciudad.

Se pretende utilizar la información climatológica urbana en lugar de los datos del tiempo meteorológico en su mayoría recogidos de entornos no urbanos del estudio de factibilidad para la implementación de tecnologías de energía renovable y la evaluación del desempeño térmico/energético de las viviendas.

### 3.3 Zona de estudio de la climatología urbana

Las islas de calor urbano tienen su origen en la transformación del suelo rural en urbano, caracterizado principalmente por alterar los componentes naturales del suelo y modificar las propiedades físicas y térmicas, en las que se incluyen las aerodinámicas, radiactivas, hídricas, térmicas, la generación de calor antropogénico y la rugosidad superficial, es decir, las ICU pueden estar presentes a diferentes escalas, dependiendo de su localización geográfica, de las condiciones climáticas y del uso del suelo, (Unger et al., 2011). Se determina la zona de estudio, en el presente trabajo a la ciudad y puerto de Tampico, México como se observa en el gráfico N° 1.

Gráfico N° 1  
**Zona de estudio de la climatología urbana en Tampico, México**



**FUENTE:** Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Tampico, México (2014).

En el entendido, de que los datos sobre el ambiente o la climatología urbana se recogen normalmente en algunas estaciones de monitoreo de puntos distribuidos sobre una ciudad. Sin embargo, el punto de vista

sinóptico de los satélites, donde toda una ciudad es visible en una sola imagen permite la recogida de datos espacialmente integrales a escala de toda la ciudad. A pesar de la rápida evolución de los sistemas de teledetección y software avanzados, aún existen deficiencias en la resolución de la imagen y el desarrollo de algoritmos para aplicaciones como la medición de la calidad del aire y el análisis de las islas de calor urbano, de no muy buena exactitud a microescala.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación se apoyará en datos obtenidos directamente de aparatos confiables y realizados personalmente por el investigador.

### **3.4 Investigación experimental aplicada para determinar la climatología urbana por modificación antropogénica**

Se inicia metodológicamente para determinar las islas de calor urbano en Tampico, México con la representación gráfica de la distribución espacial de la temperatura en la ciudad y sus alrededores mediante un mapa de isotermas, donde esta presenta una disposición concéntrica, y señala la existencia de una isla térmica por efecto urbano a escala microclimática.

Se dibujan por parte del investigador del presente estudio mapas de temperaturas a partir de líneas imaginarias, que unen puntos de la superficie de la ciudad de Tampico que tienen igual temperatura. Se generaliza tomando superficies con parecidos valores de temperatura y representando superficies a las que se asignan valores medios próximos o iguales.

Los datos de temperatura son registrados cada diez segundos por el investigador y un grupo de colaboradores de su propio Cuerpo Académico de Calidad del Hábitat, con cinco sensores denominados HOBO Prov2 de intemperie para asegurar una rápida respuesta a las variaciones térmicas, los cuales tienen un puerto USB óptico para transferir los datos y un transportador a prueba de agua para manejo y recuperación de datos en campo.

Se colocan los Hobo's sobre la parte superior de las camionetas que se proveen como vehículos en su caja trasera y se fijan, con la intención de no alterar los monitoreos de los valores térmicos.

Los datos de los registradores HOBO Pro v2 se exportan a una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel, por medio del Hoboware software y la estación base óptica U-4 con acoplador para manejar los Hobo's, donde se realizan las mediciones íntegras de temperatura del aire en °C y humedad relativa en %, para lograr de inmediato una visualización de los valores térmicos obtenidos, por medio de un plano de la ciudad instalado en un diseño asistido por computadora denominado AutoCAD.

Además, en cada camioneta de tipo pick up, un pasajero en la cabina conduce, otro se ocupa de registrar la ubicación cada minuto, utilizando las intersecciones principales como referencia ubicándolas en un plano de la ciudad.

También otro con cámara fotográfica en mano en la parte posterior exterior, en la caja de la camioneta, identifica las características morfológicas del entorno construido con alturas, separaciones, configuración de la línea de edificación y cañones urbanos, presencia de vegetación y cuerpos de agua entre otras variables.

La velocidad de los vehículos es lo más lento dentro de las posibilidades de tráfico en las arterias.

Las mediciones deben ser obtenidas entre las 20:00 y 21:00 horas, de mínimo ocho diferentes días de enero y en mínimo ocho días de agosto que se realizan los transectos, para contrastar y corroborar los valores térmicos, en los meses que se presenta el periodo de mínima y máxima intensidad de las islas urbanas de calor, Oke (2006) y sin influencia de la radiación solar.

En primera instancia los transectos se proyectan por el investigador para obtener datos en un periodo máximo de una hora y contar no sólo con una amplia cobertura de la zona en estudio, sino que incluya distintas áreas características de la ciudad de Tampico, México.



Se realizan los transectos en sentido longitudinal de la ciudad sobre las principales vialidades o red viaria creando intersecciones o nodos para contrastar ambas mediciones, se continúan las rutas en sentido transversal de la ciudad sobre vialidades primarias y secundarias, retomando en otro día lo opuesto para cruzar información de los valores térmicos, como se presenta en el gráfico N° 2 a continuación en color rojo.

Gráfico N° 2  
**Transectos y traza urbana en Tampico, México**



**Fuente:** Transectos, Elaboración Propia. Plano, Dirección de Obras Públicas de Tampico.

### **3.4.1 Modelado de las isotermas e islas de calor con ArcGIS 10.2.2**

Para el presente trabajo se realiza el modelado de las islas de calor mediante la información de los valores térmicos a través de la Plataforma del Sistema de Información Geográfica (SIG).

En comparación con tareas que se realizan con simulaciones satelitales, la utilización de los SIG, tienen grandes ventajas en tiempo, personal, precisión y eficiencia. Así como la posible realización de tareas que hasta el momento no se habían podido llevar a cabo. El trabajo plantea los principales aspectos en orden del acondicionamiento térmico como el incide en el ambiente, el análisis, diagnóstico y la toma de decisiones más precisa y eficiente para la planificación, diseños urbanísticos e intervención de las islas de calor en Tampico, México.

#### **3.4.1.1 Isotermas en invierno y verano**

Se elaboró en primera instancia un mapa en AutoCAD teniendo como base la traza urbana de Tampico, en la cual se ubicaron los polígonos delimitando las isotermas y obteniendo así un mapa en formato DWG, el cual se pasa a un formato SHP, con el cual se trabajó y se creó un mapa con formato MXD en el que se realizó la Interpolación a partir de puntos e isotermas.

#### **3.4.1.2 Islas de Calor en invierno y verano**

Para su realización se utilizó la plataforma del Sistema de Información Geográfica (SIG) mediante el ArcGIS 10.2.2 que actualmente puede ser considerada como dos o dos y un medio de dimensión en lugar de tres interfaz de dimensión, donde las coordenadas X-Y se muestran como gráficos y las coordenadas Z se almacenan como los atributos de los objetos, tales como son las islas de calor en la zona de estudio.

El proyecto de investigación muestra una manera de modelar el microclima urbano mediante una combinación de análisis estadístico y un

Sistema de Información Geográfica, las características de calles urbanas seleccionadas mostraron efectos variables en los diferentes materiales de la superficie y en diferentes momentos del día.

El modelo aplicado en el SIG es para crear mapas de predicción térmica para Tampico, México y determinar los puntos de altas y bajas temperaturas de la ciudad. El SIG es la tecnología más utilizada entre una amplia gama de investigadores y profesionales, este trabajo proporciona un medio para mejorar la síntesis, la integración y el intercambio de información para comprender la relación entre la antropogenia y el calor de estrés vulnerable dentro de la climatología urbana. Esta metodología es útil en el esfuerzo por reducir la morbilidad y la mortalidad relacionada con el calor, que se espera que aumente con el calentamiento global proyectada.

Cuando se trabaja con un SIG la interpolación espacial suele utilizarse para obtener capas raster que representan la variable a interpolar. En esos casos cada celdilla de la capa raster constituye un punto en el que hay que realizar la interpolación.

Lo más habitual es partir de medidas puntuales, variables climáticas, variables del suelo o de isolíneas, curvas de nivel. Aunque los métodos que se utilizan en uno u otro caso son bastante diferentes, todos los métodos de interpolación se basan en la presunción lógica de que cuanto más cercanos estén dos puntos sobre la superficie terrestre, los valores de cualquier variable cuantitativa que se mida en ellos serán más parecidos, para expresarlo más técnicamente, las variables espaciales muestran autocorrelación espacial.

Una vez concluido el proceso de la elaboración se exportó a un formato JPG. Para poder manipularlo en el trabajo de investigación.

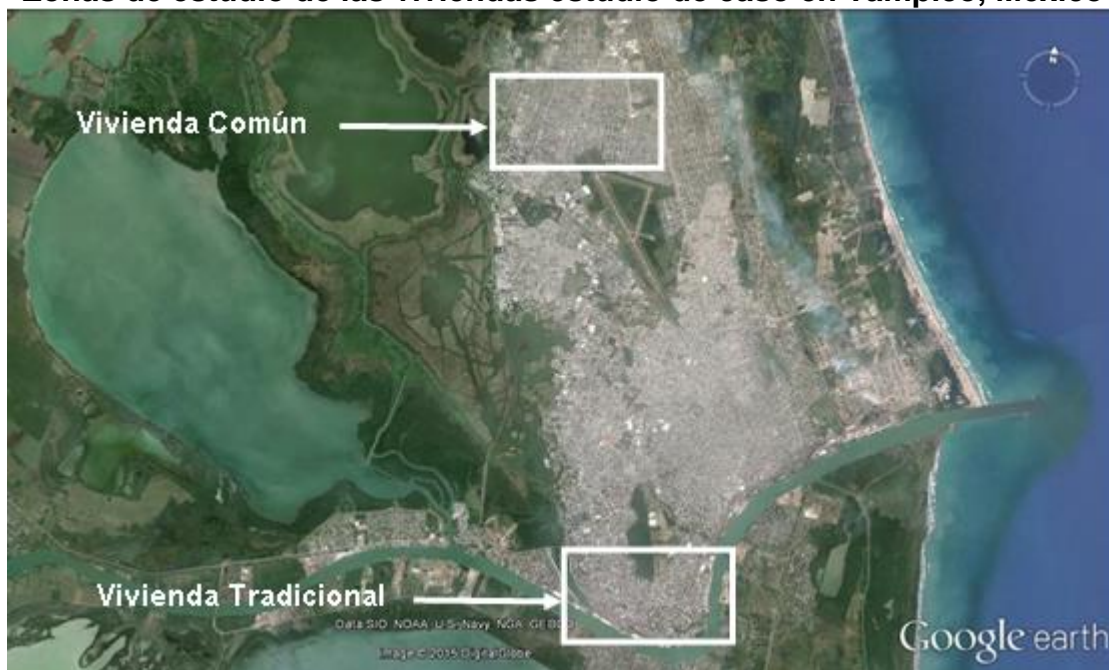
### 3.5 Calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica

Como las islas de calor urbano no son un factor homogéneo las condiciones microclimáticas juegan un papel importante también para las viviendas estudio de caso individuales y la situación en el interior. Para una mejor consideración de este aspecto en el proceso de planificación, se requieren herramientas cualitativas y cuantitativas en especial de evaluación.

### 3.6 Zona de estudio de la vivienda tradicional y la común

Con base al análisis urbano y de crecimiento de la Ciudad de Tampico, México, se determina que la zona de estudio para la vivienda tradicional es el Segundo Cuadro de la Zona Centro al Sur donde se edifica la vivienda de 1920 a 1950, y para la vivienda común es el Norte de la Ciudad, donde se construye la vivienda de 1980 a 2014, como se presentan en el gráfico N° 3, en medio de la ciudad las edificaciones en su mayoría se transforman o construyen para comercios, hoteles, tiendas departamentales, oficinas y demás usos no habitacionales.

Gráfico N° 3  
**Zonas de estudio de las viviendas estudio de caso en Tampico, México**



FUENTE: Google earth Pro (febrero 2015). Gráfico Elaboración Propia.

### **3.7 Fundamentación de la vivienda tradicional**

#### **3.7.1 Características espaciales**

Son de aproximadamente 80.00 m<sup>2</sup> de construcción y 150.00 m<sup>2</sup> de terreno, todas comparten desde lo tradicional, contemporáneo, vernáculo y regional, con respecto a la misma proporción entre vanos y macizos en la fachada principal. La altura al interior entre el piso a cielorraso es de 3.50 a 4.25 metros.

#### **3.7.2 Características constructivas**

Son las viviendas de tipología de arquitectura tradicional de Tampico, México edificadas entre 1920 a 1950, y construidas todas con cimientos de piedra braza con escarpio a 60°, muros de ladrillo de milpa de 0.05 x 0.10 x 0.20 y en todos los casos son de cubierta de bóveda curva o catalana de 0.60 de espesor, de un nivel, adosadas y a borde de banquetta.

#### **3.7.3 Características de orientación**

Cada vivienda debe tener un correspondiente en la tecnología contemporánea, donde se ubica la zona de estudio, que es el segundo cuadro de la zona centro, edificada sobre el eje Norte-Sur con una trama urbana Este-Oeste de la ciudad de Tampico, México. Se contrastan las viviendas con dos de diferente trama urbana Norte- Sur y con una tipología diferente a las de un solo nivel en el segundo cuadro, donde una vivienda la N° 11 se construye arriba de la N° 10; este sistema constructivo se utilizó por mucho tiempo en varias edificaciones para contrarrestar el aspecto climático de la zona.

### **3.8 Fundamentación de la vivienda común**

#### **3.8.1 Características espaciales**

Son de aproximadamente 55.00 a 100.00 m<sup>2</sup> de construcción y 80.00 a 120.00 m<sup>2</sup> de terreno, todas comparten contemporaneidad, con respecto a la misma proporción entre vanos y macizos en la fachada principal. La altura entre de piso a cielorraso es de 2.30 a 2.80 metros.

#### **3.8.2 Características constructivas**

Son las viviendas de tipología identificadas como comunes o de interés social, edificadas entre 1980 y 2014, construidas con materiales industrializados-prefabricados, con losas de cimentación o cimiento corrido con malla de refuerzo prefabricada, muros de bloque pesado hueco de hormigón de 0.15 x 0.20 x 0.40 m, confinados con cadenas y castillos prefabricados Armex de 0.15 x 0.15 m con estribos a cada 0.15 m, y cubiertas aligeradas de poliestireno o block doble losa en su caso de un espesor  $h=0.20$  m de dos niveles, unifamiliar e independiente, a borde de banquetta.

#### **3.8.2 Características de orientación**

Es la vivienda edificada que se localiza en el eje Norte-Sur, con una trama urbana Este-Oeste de la ciudad de Tampico, México.

Las zonas de estudio para la selección de la vivienda común son Fraccionamiento Colinas de San Gerardo, Colonia la Paz y Colonia Laguna de la Puerta, todos al Norte de la ciudad de Tampico, México. Cabe hacer la aclaración que también se contrastan las mediciones con dos viviendas comunes con diferente orientación y trama, una en la Colonia las Américas la N° 16 y otra en la Colonia la Paz la vivienda N° 17.

### 3.9 Primera selección de la vivienda tradicional

Se realizan ocho recorridos visuales al segundo cuadro de la ciudad de Tampico, México con el apoyo del plano oficial de la ciudad en los ejes Norte-Sur con trama urbana Este-Oeste a decir de Dimoudi et al (2013), ya que son las viviendas tradicionales más favorecidas con respecto a la radiación solar, al mismo tiempo se realiza un levantamiento fotográfico, con ubicación en el plano, para cada vivienda que a la vista se identifica como tradicional y construidas en el periodo de 1920 a 1950, se presenta la primera selección en la tabla N° 1.

Tabla N° 1  
Primera selección de las viviendas tradicionales estudio de caso

| Vivienda | Dirección                                | Traza Urbana   | Orientación   | Observaciones |
|----------|--|----------------|---------------|---------------|
| N° 1     | Carranza N° 212 Pte. Zona Centro         | Eje Este-Oeste | Eje Norte-Sur | Habitada      |
| N° 2     | Díaz Mirón N° 708 Ote. Zona Centro       | Eje Este-Oeste | Eje Norte-Sur | Habitada      |
| N° 3     | Álvaro Obregón N° 714 Ote. Zona Centro   | Eje Este-Oeste | Eje Norte-Sur | Habitada      |
| N° 4     | Álvaro Obregón N° 517 Ote. Zona Centro   | Eje Este-Oeste | Eje Norte-Sur | Habitada      |
| N° 5     | Álvaro Obregón N° 111 Ote. Zona Centro   | Eje Este-Oeste | Eje Norte-Sur | Habitada      |
| N° 6     | Altamira N° 508 Ote. Zona Centro         | Eje Este-Oeste | Eje Norte-Sur | Deshabitada   |
| N° 7     | Álvaro Obregón N° 523 Ote. Zona Centro   | Eje Este-Oeste | Eje Norte-Sur | Deshabitada   |
| N° 8     | Álvaro Obregón N° 506 Ote. Zona Centro   | Eje Este-Oeste | Eje Norte-Sur | Habitada      |
| N° 9     | Carranza N° 711 Ote. Zona Centro         | Eje Este-Oeste | Eje Norte-Sur | Deshabitada   |
| N° 10    | César López de Lara N° 201 Nte. Zona C.  | Eje Norte-Sur  | Eje Norte-Sur | Habitada      |
| N° 11    | César López de Lara N° 201 A. Nte. Z. C. | Eje Norte-Sur  | Eje Norte-Sur | Deshabitada   |

FUENTE: Elaboración Propia.

La primera aproximación a la selección del estudio de caso de la vivienda tradicional arroja once viviendas clasificadas únicamente de las cuales cuatro no están habitadas, se presentan en el gráfico N° 4, y el resto de las edificaciones que suman treinta y nueve no cumplen con las características espaciales, constructivas y de orientación, o se han transformado en comercios por ubicarse en el centro de Tampico, México.



### Gráfico N° 4 Viviendas tradicionales estudio de caso en el segundo cuadro de Tampico, México



FUENTE: Google earth Pro (febrero 2015). Gráfico Elaboración Propia.

#### 3.10 Primera selección vivienda común

Se realizan diez y ocho recorridos visuales al Norte de la ciudad de Tampico, México con el apoyo del plano oficial de la ciudad en los ejes norte-sur con trama urbana este-oeste para Dimoudi et al (2013), ya que son las viviendas comunes más favorecidas con respecto a la radiación solar, al mismo tiempo se realiza un levantamiento fotográfico, con señalamiento en el plano, para cada vivienda que a la vista se identifica como común y construidas en el periodo de 1980 a 2014 y aparecen en la tabla N° 2.



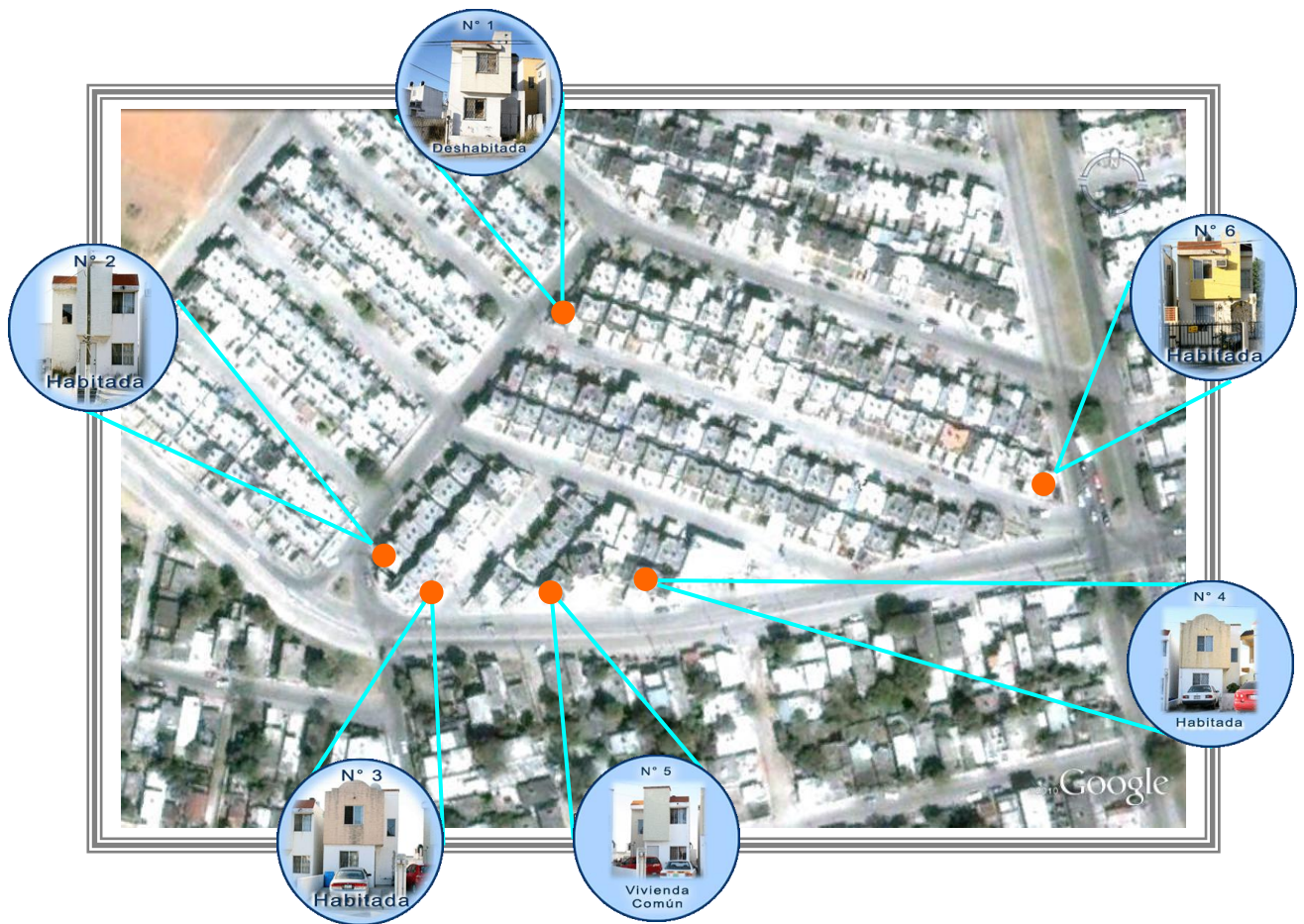
**Tabla N° 2**  
**Primera selección de las viviendas comunes estudio de caso**

| <b>Vivienda</b> | <b>Dirección</b>  | <b>Traza Urbana</b> | <b>Orientación</b> | <b>Observaciones</b> |
|-----------------|---|---------------------|--------------------|----------------------|
| N° 1            | El cielo N° 139 Fracc. Colinas de San Gerardo             | Eje Este-Oeste      | Eje Norte-Sur      | Deshabitada          |
| N° 2            | Ave. Administradores N° 217 Fracc. Colinas de San Gerardo | Eje Este-Oeste      | Eje Norte-Sur      | Habitada             |
| N° 3            | Ave. Administradores N° 215 Fracc. Colinas de San Gerardo | Eje Este-Oeste      | Eje Norte-Sur      | Habitada             |
| N° 4            | Ave. Administradores N° 211 Fracc. Colinas de San Gerardo | Eje Este-Oeste      | Eje Norte-Sur      | Habitada             |
| N° 5            | Ave. Administradores N° 213 Fracc. Colinas de San Gerardo | Eje Este-Oeste      | Eje Norte-Sur      | Habitada             |
| N° 6            | El Cielo N° 100 Fracc. Colinas de San Gerardo             | Eje Este-Oeste      | Eje Norte-Sur      | Habitada             |
| N° 7            | 5 de Junio N° 701 Colonia La Paz                          | Eje Este-Oeste      | Eje Norte-Sur      | Deshabitada          |
| N° 8            | 5 de Junio N° 703 Colonia La Paz                          | Eje Este-Oeste      | Eje Norte-Sur      | Deshabitada          |
| N° 9            | 5 de Junio N° 705 Colonia La Paz                          | Eje Este-Oeste      | Eje Norte-Sur      | Deshabitada          |
| N° 10           | 5 de Junio N° 707 Colonia La Paz                          | Eje Este-Oeste      | Eje Norte-Sur      | Habitada             |
| N° 11           | 5 de Junio N° 709 Colonia La Paz                          | Eje Este-Oeste      | Eje Norte-Sur      | Habitada             |
| N° 12           | Arenosa N° 601-A Colonia la Paz                           | Eje Este-Oeste      | Eje Norte-Sur      | Habitada             |
| N° 13           | Arenosa N° 601-B Colonia la Paz                           | Eje Este-Oeste      | Eje Norte-Sur      | Habitada             |
| N° 14           | Av. Las Torres N° 305 Colonia Laguna de la Puerta         | Eje Este-Oeste      | Eje Norte-Sur      | Habitada             |
| N° 15           | Av. Las Torres N° 309 Colonia Laguna de la Puerta         | Eje Este-Oeste      | Eje Norte-Sur      | Habitada             |
| N° 16           | Privada Colombia N° 114 Colonia las Américas              | Eje Norte-Sur       | Eje Este-Oeste     | Habitada             |
| N° 17           | 5 de Junio N° 611-D Col. La Paz                           | Eje Norte-Sur       | Eje Este-Oeste     | Deshabitada          |

**FUENTE:** Elaboración Propia.

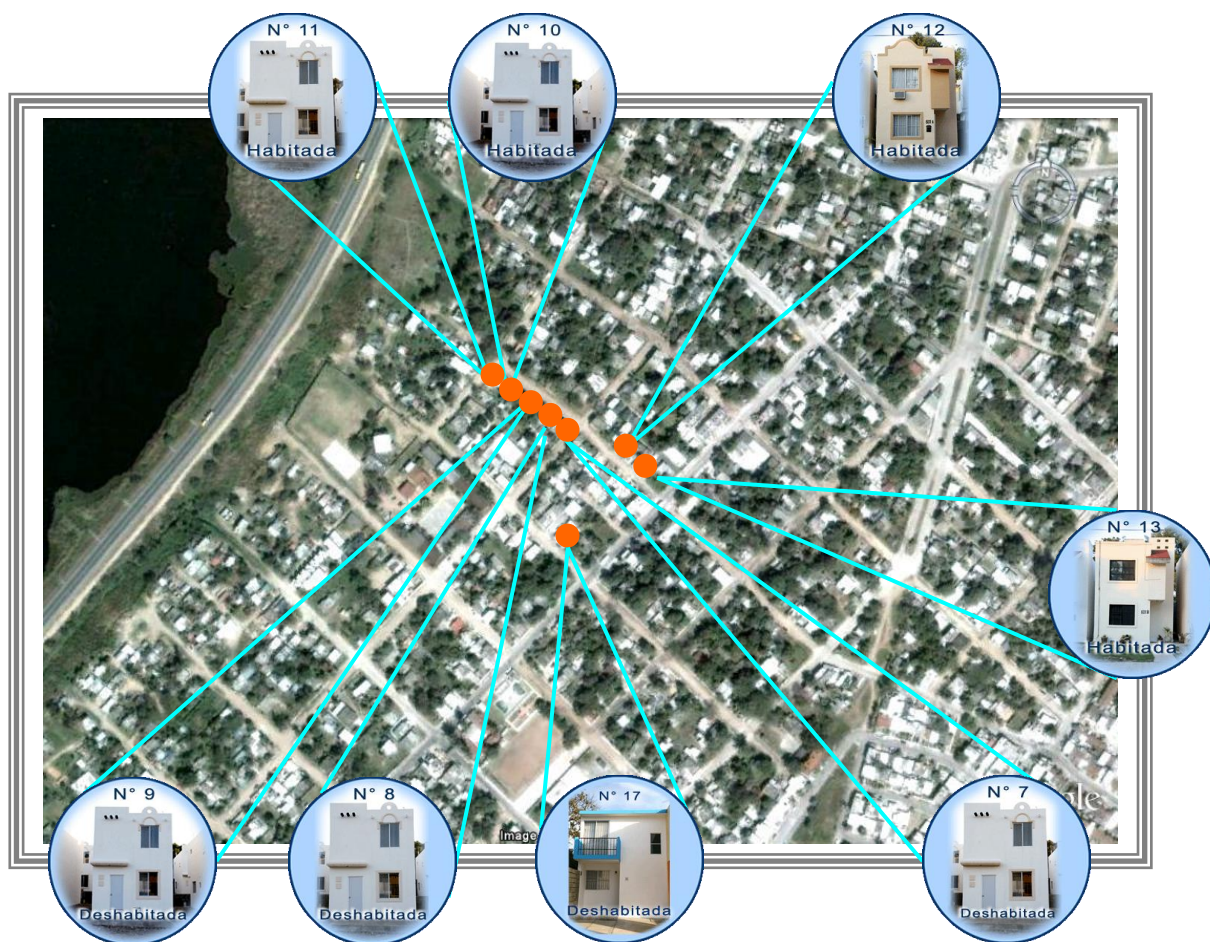
La primera aproximación a la selección de las viviendas comunes estudio de caso, arroja diez y siete viviendas de las cuales cinco no están habitadas, y el resto de las edificaciones, no cumplen con las características espaciales, constructivas y de orientación, y se muestran en los gráficos N° 5, 6, 7 y 8, de la página 176 a la 179 del trabajo.

Gráfico N° 5  
Viviendas comunes estudio de caso en el Fraccionamiento  
Colinas de San Gerardo



**FUENTE:** Google earth Pro (febrero 2015). Gráfico Elaboración Propia.

## Gráfico N° 6 Viviendas comunes estudio de caso en la Colonia La Paz



FUENTE: Google earth Pro (febrero 2015). Gráfico Elaboración Propia.

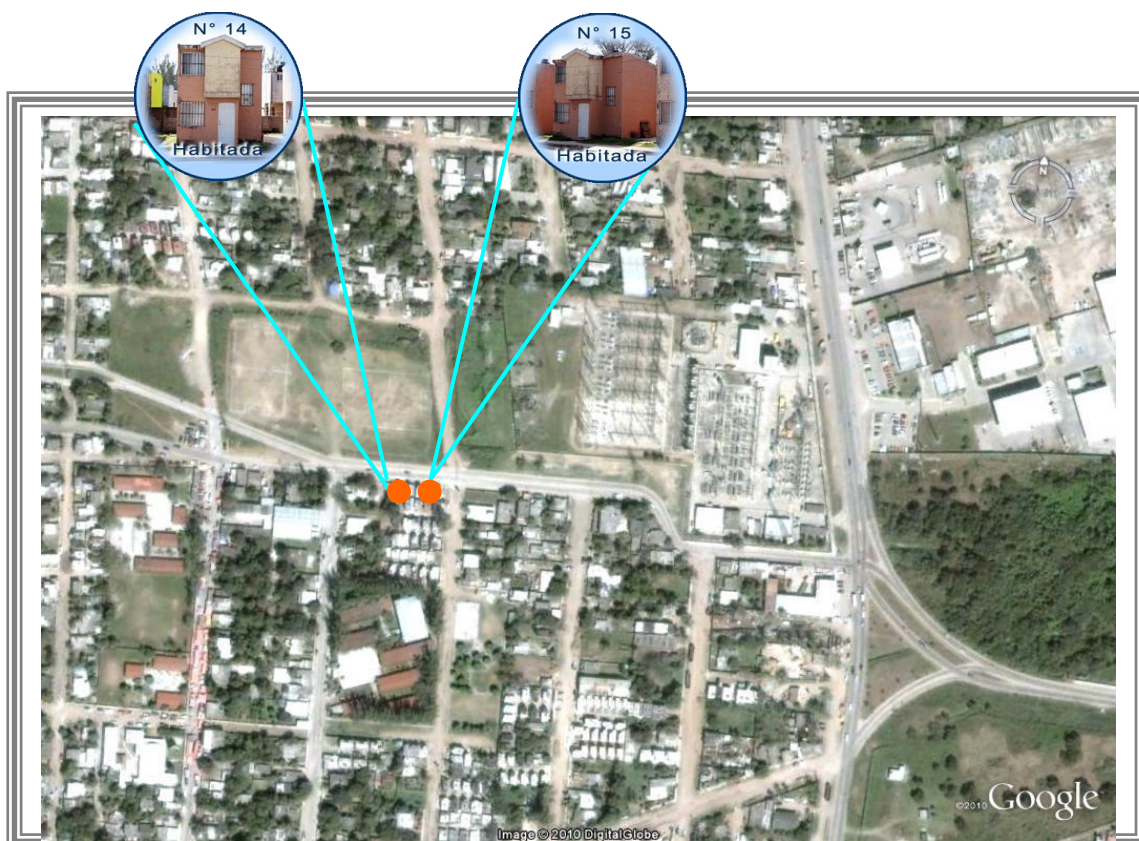
## Conjunto de viviendas comunes de la N° 7 - N° 9 en la Colonia La Paz



FUENTE: Gráfico Elaboración Propia.

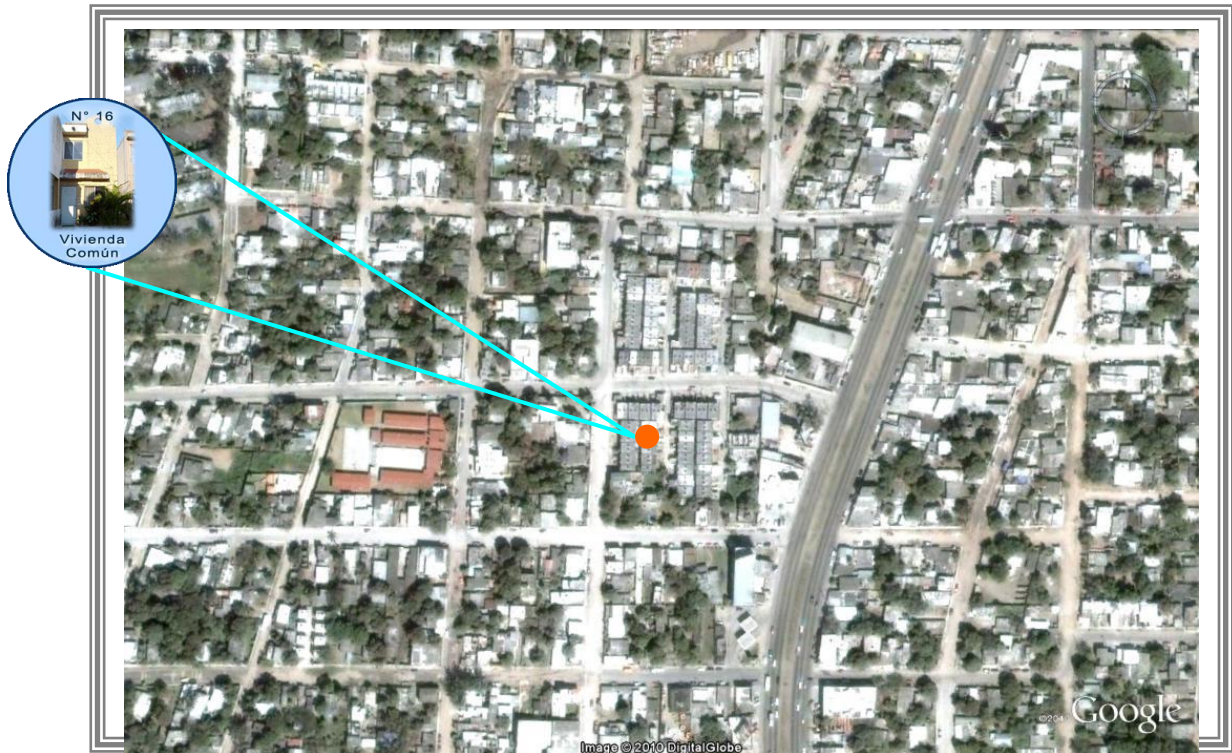


Gráfico N° 7  
Viviendas comunes estudio de caso en la Colonia Laguna de la Puerta



**FUENTE:** Google earth Pro (febrero 2015). Gráfico Elaboración Propia.

Gráfico N° 8  
**Vivienda común estudio de caso en la Colonia Las Américas**



**FUENTE:** Google earth Pro (febrero 2015). Gráfico Elaboración Propia.

### 3.11 Entrevista con los propietarios y usuarios de las viviendas

Se revisan a detalle cada uno de los elementos de las viviendas tradicionales y comunes, de ahí se realiza una entrevista con los propietarios y al mismo tiempo con los usuarios, ya que en la mayoría no son los mismos, para explicar el proyecto de investigación y solicitar la autorización de la instalación de los instrumentos de medición de temperatura y humedad relativa durante un año de diciembre de 2013 a diciembre de 2014 para el estudio; un instrumento se coloca en un espacio social y otro en un espacio íntimo de cada vivienda estudio de caso, lo que viene a ser la sala y la recámara principal.

Cabe hacer la aclaración que si se cuenta con la disponibilidad de colocar los instrumentos de medición en algunas de las viviendas deshabitadas, se utilizan éstas como laboratorios de la presente investigación, y al mismo tiempo se contrastan con las viviendas de la

misma tipología habitadas climatizadas o no, para analizar los cambios de temperatura y humedad relativa entre una vivienda de actividad normal o laboratorio, así como de diferente trama urbana y orientación, para ambas viviendas estudio de caso.

La selección final de las viviendas tradicionales y comunes estudio de caso para el presente trabajo de investigación se fundamenta con base a las entrevistas realizadas a propietarios y usuarios. La segunda selección depende de la autorización de los mismos para poder realizar la colocación de los instrumentos de medición y hacer constantes revisiones sobre todo cada cambio de estación del año para su buen funcionamiento, así como respaldar la información obtenida en determinado tiempo, sobre todo en cada cambio de estación.

### 3.12 Selección final de la vivienda tradicional y común

Se obtiene la autorización por parte de los usuarios o propietarios de las siguientes viviendas tradicionales estudio de caso para colocar los instrumentos de medición y realizar el experimento científico, se presentan en la tabla N° 3 y en el gráfico N° 9.

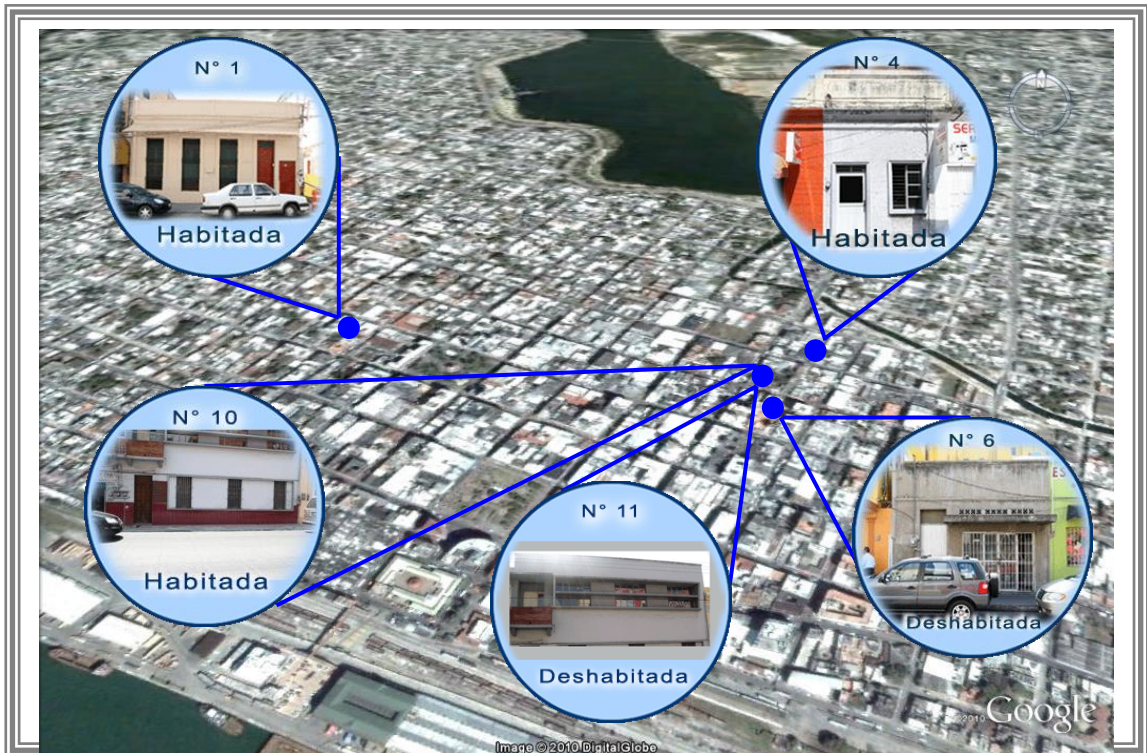
Tabla N° 3  
**Viviendas tradicionales estudio de casos definitivos**

| Vivienda | Dirección                          | Traza Urbana      | Orientación         | Observaciones |
|----------|------------------------------------|-------------------|---------------------|---------------|
| N° 1     | Carranza N° 212 Pte. Zona Centro   | Eje<br>Este-Oeste | Eje<br>Norte-Sur    | Habitada      |
| N° 4     | Álvaro Obregón N° 517 Ote. Z. C.   | Eje<br>Este-Oeste | Eje<br>Norte-Sur    | Habitada      |
| N° 6     | Altamira N° 508 Ote. Zona Centro   | Eje<br>Este-Oeste | Eje<br>Norte-Sur    | Deshabitada   |
| N° 10    | César López de Lara N° 201 Nte.    | Eje<br>Norte-Sur  | Eje<br>Este - Oeste | Habitada      |
| N° 11    | César López de Lara N° 201 A. Nte. | Eje<br>Norte-Sur  | Eje<br>Este - Oeste | Deshabitada   |

**FUENTE:** Elaboración Propia.



Gráfico N° 9  
**Vista aérea de la zona de estudio y vivienda tradicional definitivas**



**FUENTE:** Google earth Pro (febrero 2015). Gráfico Elaboración Propia.

Las viviendas definitivas para realizar el experimento científico en el segundo cuadro de la ciudad en la zona centro, presentan en su mayoría una disminución de las actividades o funciones normales que realizaban años atrás. Algunos de los principales factores de esta falta de actividad, como el abrir normalmente a diario las ventanas y puertas del zaguán, es por el cambio presentado en dicho sector, principalmente por el comercio, esto atrae un número inmenso de transeúntes, contaminación ambiental por el transporte público y locales con venta de alimentos que despiden en sus chacuacos demasiado humo con desperdicio de aceites.

Se obtiene la autorización de las siguientes viviendas comunes estudio de caso para colocar los instrumentos de medición y realizar el experimento científico y se observan en la tabla N° 4 y se presentan en los gráficos N° 10, 11, 12 y 13, de la página 182 a la 185 del trabajo.

**Tabla N° 4**  
**Viviendas comunes estudio de casos definitivos**

| Vivienda | Dirección   | Traza Urbana   | Orientación    | Observaciones |
|----------|---|----------------|----------------|---------------|
| N° 1     | El cielo N° 139 Fraccionamiento Colinas de San Gerardo    | Eje Este-Oeste | Eje Norte-Sur  | Deshabitada   |
| N° 5     | Ave. Administradores N° 213 Fracc. Colinas de San Gerardo | Eje Este-Oeste | Eje Norte-Sur  | Habitada      |
| N° 12    | Arenosa N° 601-A Colonia la Paz                           | Eje Este-Oeste | Eje Norte-Sur  | Habitada      |
| N° 15    | Av. Las Torres N° 309 Colonia Laguna de la Puerta         | Eje Este-Oeste | Eje Norte-Sur  | Habitada      |
| N° 16    | Priv. Colombia N° 114 Col. Las Américas                   | Eje Norte-Sur  | Eje Este-Oeste | Habitada      |
| N° 17    | 5 de Junio N° 611-D Col. La Paz                           | Eje Norte-Sur  | Eje Este-Oeste | Deshabitada   |

**FUENTE:** Elaboración Propia.

**Gráfico N° 10**  
**Vista aérea de la zona de estudio y vivienda común en el Fraccionamiento Colinas de San Gerardo definitivas**



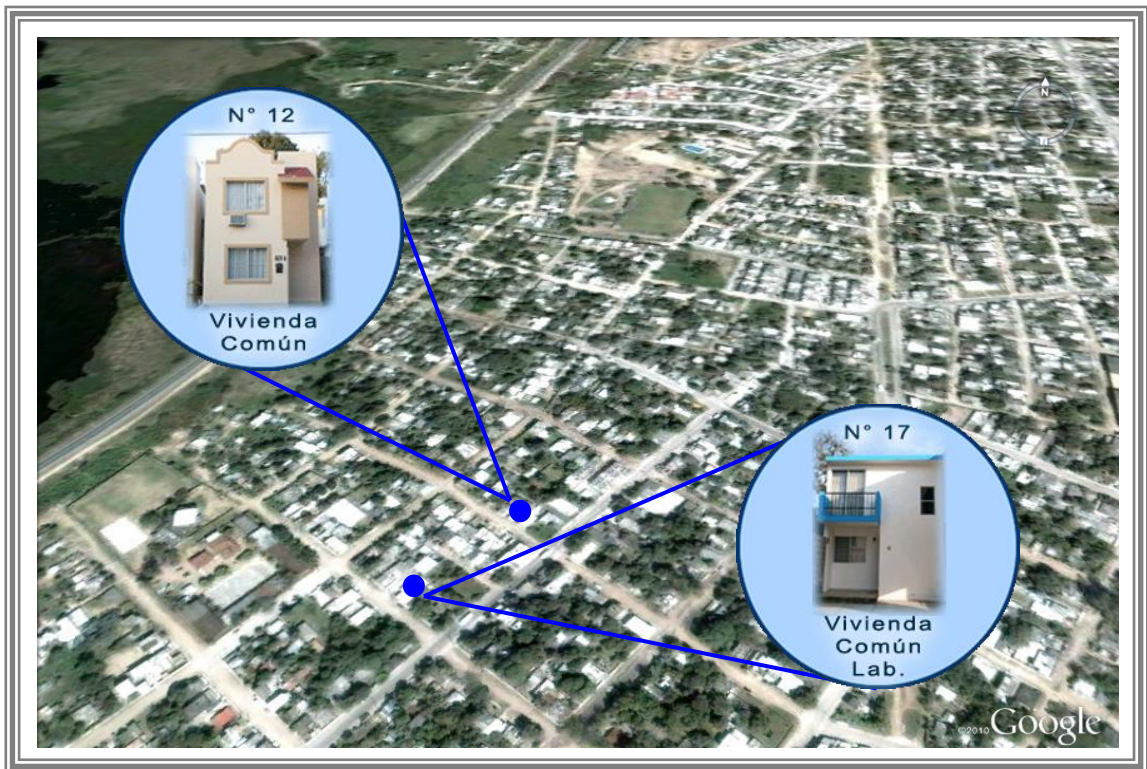
**FUENTE:** Google earth Pro (febrero 2015). Gráfico Elaboración Propia.

En esta zona de estudio prolifera la vivienda común los últimos 10 años, es una zona de densidad alta realizada por promotores inmobiliarios a pasos agigantados, la vista aérea expone el fenómeno de sobrepoblación.



La vivienda común presenta en su sembrado muy poca organización con respecto a la orientación idónea para los vientos reinantes en Tampico, por lo irregular de la traza urbana principalmente.

Gráfico N° 11  
**Vista aérea de la zona de estudio y vivienda común en la Colonia La Paz definitivas**



**FUENTE:** Google earth Pro (febrero 2015). Gráfico Elaboración Propia.

La zona de estudio se encuentra en los límites urbanos, relativamente presenta poca vivienda, pero su crecimiento es exponencial en los últimos cinco años. Se puede observar en la vista aérea el libramiento vial y su desarrollo va en ascenso.

La mayoría de la vivienda sembrada en esta zona es de tipología común y mínima con pocas características que se vinculen a la arquitectura bioclimática.

Gráfico N° 12

**Vista aérea de la zona de estudio de la vivienda común en la Colonia Laguna de la Puerta definitivas**

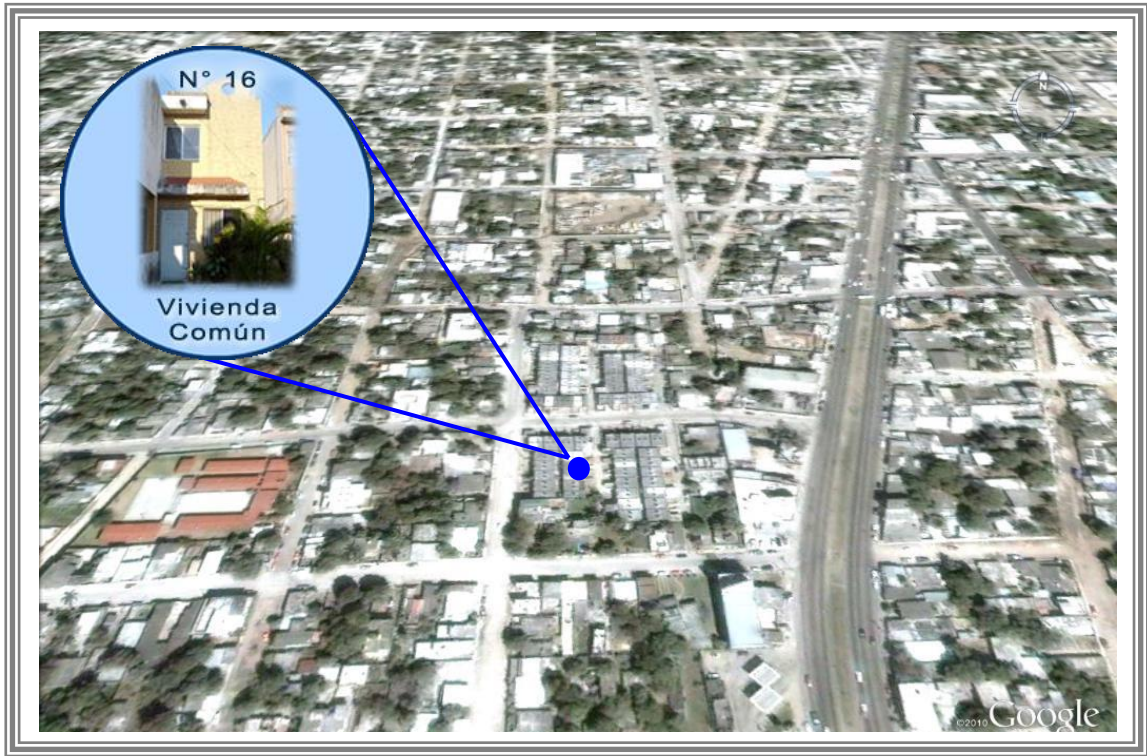
**FUENTE:** Google earth Pro (febrero 2015). Gráfico Elaboración Propia.

La zona se encuentra en un sector privilegiado para la vivienda, ya que en su periferia principalmente son terrenos que pertenecen a la Comisión Federal de Electricidad y si es de uso habitacional.

Se puede observar que son viviendas en su mayoría con una traza urbana ordenada, la mayoría de las viviendas presentan un emplazamiento de acuerdo a la orientación con respecto a los vientos reinantes.



Gráfico N° 13  
**Vista aérea de la zona de estudio de la vivienda común en la  
Colonia Las Américas definitiva**



**FUENTE:** Google earth Pro (febrero 2015). Gráfico Elaboración Propia.

La zona de estudio es de uso predominantemente comercial, con una cercanía a la vialidad principal de la ciudad que conduce al norte del país.

El sembrado de las viviendas es irregular por efecto principalmente de la traza urbana, es de alta densidad y la sobre explotación de vivienda se da desde los 80's, con el auge de la vivienda financiada por el Gobierno Federal.

Predominan tipologías de vivienda mínima, común y de nivel medio, en su gran mayoría las edificaciones que están sobre la vialidad principal ya se transformaron en comercios.

### 3.13 Elaboración de ficha tipológica

La tipificación de las viviendas estudio de caso se esboza en la ficha tipológica. Viene a ser el documento orientado a facilitar la descripción de datos requeridos, que permite un adecuado ordenamiento del conocimiento de las características, usuarios, materiales, soluciones constructivas empleadas y observaciones de ambas viviendas en Tampico, (Ver Anexo N° 3).

### 3.14 Investigación experimental aplicada para determinar la calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica

A través de la investigación que se realiza hasta el momento con base a la necesidad de la congruencia entre ambiente y arquitectura; los fundamentos teóricos y metodológicos; los antecedentes y el análisis climático histórico y el desarrollo de la vivienda en la ciudad; y la selección de las viviendas estudio de caso, se determinan lo siguiente:

*Por ser el presente trabajo una investigación experimental aplicada, se establece tipificar en el documento, la calidad del hábitat de las viviendas estudio de caso considerando las que no emplean climatización artificial, las habitadas, y en las que se realizan sus funciones habituales para no interferir en el monitoreo puntual de temperatura y humedad relativa, para ello se determinan únicamente cuatro del total de las viviendas como fundamentales: dos viviendas tradicionales la N° 1 y la N° 4, y dos viviendas comunes la N° 15 y la N° 16. Asimismo se determina que serán evaluadas en las estaciones y sus meses críticos de invierno en enero; y verano en agosto, para determinar el grado higrotérmico.*

El resto de las once viviendas evaluadas en todo el año de 2014, se aprecian en el (Anexo N° 3).

### 3.15 Evaluación de la calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica por medio de gráficos con zona de comodidad térmica constante de las viviendas estudio de caso

Se evalúan considerando lo siguiente:

- Los meses y días típicos determinando la demasía y pérdida con respecto a la variable de la temperatura, se obtienen a partir de considerar la temperatura de neutralidad de acuerdo al modelo de comportamiento térmico adaptativo de (Humphreys y Nicol y 2001).

|                                    |                          |
|------------------------------------|--------------------------|
| $T_n = 11.9 + 0.534 \cdot T_m$ °C= | Límites constantes en °C |
| Límite Superior=                   | +2.50°C                  |
| Límite Inferior =                  | -2.50°C                  |

- Los meses y días típicos de cada mes determinando la demasía y pérdida con respecto a la variable de humedad relativa, considera lo estipulado en la Norma ISO 7730:2005, que la ubica idealmente en 50.00% y se determinan de la siguiente manera:

|                   |        |
|-------------------|--------|
| HR <sub>n</sub> = | 50.00% |
| Límite Superior=  | 60.00% |
| Límite Inferior=  | 40.00% |

Para poder realizar el análisis térmico de cada vivienda estudio de caso y evaluar su adaptabilidad higrotérmica, se procede a la instalación de los instrumentos de medición, tanto al interior como a la intemperie, y al mismo tiempo poder contrastar con la información de SENEAM y CONAGUA.

### 3.16 Instalación de los instrumentos de medición al interior

Las mediciones se realizan con los data loggers, también denominados HOBO's. Equipo con el que se cuenta al inicio de la investigación. El HOBO, es un instrumento electrónico capaz de medir temperatura del aire y humedad relativa al interior de la vivienda, se aprecian en el gráfico N° 14.

Gráfico N° 14  
Instrumentos de medición Hobo's U10-003 data logger, para interiores



FUENTE: Onset. Fotografía Elaboración Propia.

Las mediciones térmicas son por espacio de un año en las viviendas estudio de caso las tradicionales y comunes, con intervalos de monitoreo a cada hora, las 24 horas del día.

#### 3.16.1 Especificaciones del HOBO U10-003, data logger

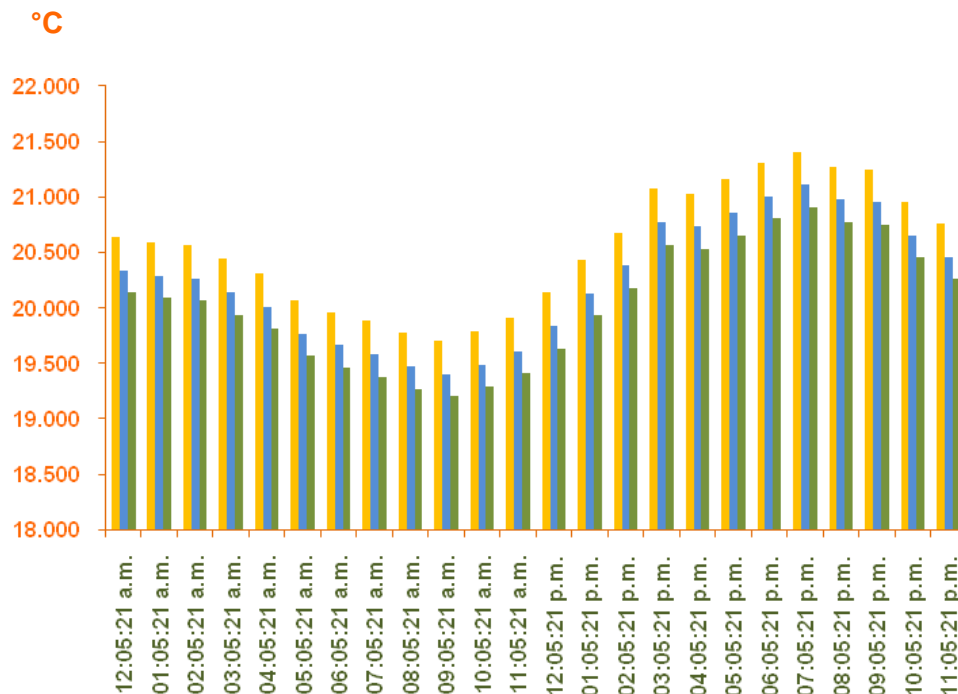
|  |                        |
|--|------------------------|
| Rango de temperatura:                  | -20.0°C a +70.0°C      |
| Precisión en temperatura:              | ± 0.4.0°C              |
| Rango de humedad relativa:             | 25.0% a 95.0%          |
| Precisión en humedad relativa:         | ± 04.0%                |
| Capacidad:                             | 64K bytes              |
| Intervalos de muestreo seleccionables: | 0.5 segundos a 9 horas |
| Duración de la batería:                | 1 año aproximadamente  |

Los instrumentos son de lo más confiable y exactos, pero es imprescindible antes de su colocación una serie de verificaciones previas a su instalación final.

### 3.16.2 Estructura de protección de los HOBO's data loggers

Asimismo se les protege a los instrumentos de medición contra golpes, polvo u otros incidentes con una estructura diseñada y aprobada por el investigador del presente estudio. A dicha estructura se le realiza una serie de mediciones con varios materiales y la mayoría presenta alguna influencia de bajas temperaturas en el monitoreo térmico, como se aprecia en el gráfico N° 15.

Gráfico N° 15  
Variación de temperaturas entre las diferentes estructuras de protección  
Día típico promedio mensual de la vivienda tradicional N° 1  
Sala en octubre de 2013



FUENTE: Hobo N° 1 valores interiores. Gráfico: Elaboración Propia.

**Estructura de Acrílico**      **Estructura de Aluminio**  
**Estructura de Fierro**



Se determina que el material óptimo para la protección de los data loggers es el acrílico transparente de 3.00 mm, con estructura de tornillos y tuercas inoxidables el cual no presenta alteración alguna en las mediciones de los instrumentos, y se puede observar dicha estructura en gráfico N° 16.

Gráfico N° 16  
**Estructura de protección de los HOBO's U10-003 data logger**



FUENTE: Elaboración Propia.

### 3.16.3 Ajuste de la hora-grado del HOBO U10-003, data logger

Antes de su colocación se hacen varias pruebas de revisión con lo que respecta a su hora exacta, en la cual tienen que coincidir todos los instrumentos data loggers sin variación inicial alguna.

Por lo tanto la resultante de dicho ajuste propicia que todas las mediciones del día-grado, inicien de las 12:05:00 a.m. y terminan a las 11:05:00 p.m.

El día-grado se contempla durante los meses del experimento por semanas, dando inicio cada lunes y terminando el domingo de cada semana a medir.

### 3.16.4 Colocación del HOBÓ's U10-003, data logger

Las mediciones con los data logger se realizan con intervalos de una hora, para lo cual el instrumento se coloca en un lugar alejado del usuario de la vivienda, para que no tenga contacto alguno con él, y pueda distorsionar el monitoreo de temperatura y humedad relativa.

Para la presente investigación se colocan los data loggers en las diferentes viviendas estudio de caso a una altura que represente la mitad de la total del espacio a monitorear, ya que es donde no se afectan las mediciones por estar en el límite de la temperatura baja y alta. Para ello se fabrica especialmente un mueble que mida exactamente lo que se especifica, si el caso lo requiere.

Para el experimento se ubican los data loggers, únicamente en dos espacios bien definidos para todas las viviendas estudio de caso, en el área íntima como lo es la recámara principal y un área social como lo es la sala, ya que las mediciones de temperatura de aire y humedad relativa de ambos espacios, varía de acuerdo a los diversos factores y actividades que influyen por el día y por la noche, tanto en planta baja como en la alta para la común. Como se presentan en las tablas N° 5 y 6.

También existen los HOBÓ U23 Prov2 para la temperatura y humedad relativa de intemperie de algunas de las viviendas estudio de caso, para contrastar el microclima con la información proporcionada por el SENEAM de la Ciudad de Tampico, México y colocados a una altura considerable como mínimo 4.00 m de altura, sin importar el punto cardinal hacia donde estén orientados, con la salvedad que se protejan por algún alero de la vivienda para no dejarlos en contacto directo con las precipitaciones pluviales y alterar las mediciones, se observan en el gráfico N° 17, de la página 194 del trabajo.

### 3.16.5 Identificación de los instrumentos de medición tanto al interior como al exterior de las viviendas estudio de caso

Tabla N° 5  
HOBO's en las viviendas tradicionales estudio de caso

| Hobo                  | Vivienda | Dirección                  | Espacio            | Instalado | Desinstalado | Orientación | Altura |
|-----------------------|----------|----------------------------|--------------------|-----------|--------------|-------------|--------|
| N° 1                  | N° 1     | Carranza 212               | Sala               | 15/dic/13 | 09/Mar/15    | Norte       | Media  |
| N° 2                  |          |                            | Recámara Principal | 15/dic/13 | 09/Mar/15    | Norte       | Media  |
| N° 13                 | N° 4     | Álvaro Obregón 517         | Sala               | 15/dic/13 | 04/Ene/15    | Norte       | Media  |
| N° 14                 |          |                            | Recámara Principal | 15/dic/13 | 04/Ene/15    | Norte       | Media  |
| N° 3                  | N° 6     | Altamira 508               | Sala               | 15/dic/13 | 04/Ene/15    | Norte       | Media  |
| N° 4                  |          |                            | Recámara Principal | 15/dic/13 | 04/Ene/15    | Norte       | Media  |
| N° 19                 | N° 10    | César López de Lara 211    | Sala               | 15/dic/13 | 17/Feb/15    | Norte       | Media  |
| N° 20                 |          |                            | Recámara Principal | 15/dic/13 | 17/Feb/15    | Norte       | Media  |
| U23<br>N° 1<br>Pro v2 | Exterior |                            | Exterior           | 15/dic/13 | 17/Feb/15    | Oeste       | 6.00 m |
| N° 21                 | N° 11    | César López de Lara 211 A. | Sala               | 15/dic/13 | 17/Feb/15    | Norte       | Media  |
| N° 22                 |          |                            | Recámara Principal | 15/dic/13 | 17/Feb/15    | Norte       | Media  |
| U23<br>N° 1<br>Pro v2 | Exterior |                            | Exterior           | 15/dic/13 | 17/Feb/15    | Oeste       | 6.00 m |

FUENTE: Elaboración Propia.

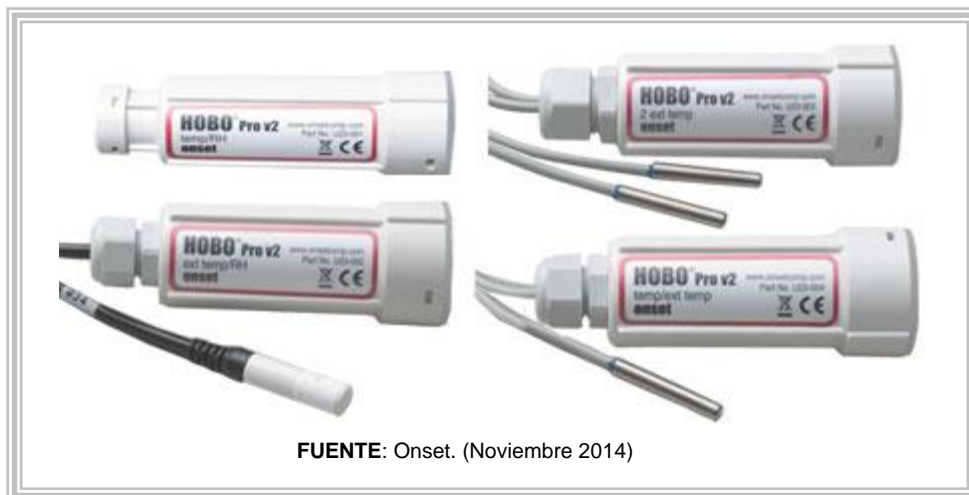
**Tabla N° 6**  
**HOBO's en las viviendas comunes estudio de caso**

| Hobo                     | Vivienda | Dirección              | Espacio            | Instalado | Desinstalado | Orientación | Altura |
|--------------------------|----------|------------------------|--------------------|-----------|--------------|-------------|--------|
| N° 5                     | N° 1     | Cielo 139              | Sala               | 15/dic/13 | 04/Ene/15    | Norte       | Media  |
| N° 6                     |          |                        | Recámara Principal | 15/dic/13 | 04/Ene/15    | Norte       | Media  |
| N° 7                     | N° 5     | Administradores 213    | Sala               | 15/dic/13 | 12/Feb/15    | Norte       | Media  |
| N° 8                     |          |                        | Recámara Principal | 15/dic/13 | 12/Feb/15    | Norte       | Media  |
| N° 9                     | N° 12    | Arenosa 601-A          | Sala               | 15/dic/13 | 22/Feb /15   | Norte       | Media  |
| N° 10                    |          |                        | Recámara Principal | 15/dic/13 | 22/Feb /15   | Norte       | Media  |
| N° 11                    | N° 15    | Las Torres 309         | Sala               | 15/dic/13 | 04/Ene/15    | Norte       | Media  |
| N° 12                    |          |                        | Recámara Principal | 15/dic/13 | 04/Ene/15    | Norte       | Media  |
| N° 15                    | N° 16    | Priv. Colombia 114     | Sala               | 15/dic/13 | 22/Feb /15   | Norte       | Media  |
| N° 16                    |          |                        | Recámara Principal | 15/dic/13 | 22/Feb /15   | Norte       | Media  |
| U23<br>N° 2<br>Pro<br>v2 | Exterior |                        | Exterior           | 15/dic/13 | 22/Feb /15   | Este        | 5.00 m |
| N° 17                    | N° 17    | Priv. 5 de Junio 611-D | Sala               | 15/dic/13 | 08/Feb/15    | Norte       | Media  |
| N° 18                    |          |                        | Recámara Principal | 15/dic/13 | 08/Feb/15    | Norte       | Media  |
| U23<br>N° 3<br>Pro<br>v2 | Exterior |                        | Exterior           | 15/dic/13 | 08/Feb/15    | Sur         | 5.00 m |

**FUENTE:** Elaboración Propia.

### 3.17 HOBO U23 Pro v2 para intemperie

Gráfico N° 17  
Instrumentos de medición Hobo's U23 Pro v2 data logger



Las mediciones térmicas al exterior son por espacio de un año en las viviendas estudio de caso las tradicionales y comunes, con intervalos de monitoreo a cada hora, las 24 horas del día.

Con cuatro opciones donde elegir, la nueva familia de registradores HOBO Prov2 como se aprecia en el gráfico N° 17, de temperatura y humedad relativa son diseñados para años de utilización fiable en ambientes en intemperie y condensación extremos.

El sensor de T/HR permite una rápida respuesta y durabilidad superior en condiciones húmedas con el uso de sensores externos de reducido diámetro para instalación en espacios reducidos o conductos en viviendas.

#### 3.17.1 Especificaciones del HOBO U23 Pro v2, data logger

- Carcasa Intemperie para utilización en campo y entornos de alta condensación
- Alta Precisión
- Sensor HR reemplazable por el usuario, lo que permite una respuesta más rápida a la recuperación en condiciones de condensación

- Sensores externos de reducido diámetro para instalación en espacios reducidos
- Puerto USB Óptico para transferir los datos de forma rápida y segura
- Transportador HOBO Waterproof Shuttle para manejo y recuperación de datos en campo

|                      |  |
|----------------------|--|
| Memoria:             | 42.000 medidas   |
| Intervalo de medida: | 1 segundo a 18 horas Intervalos fijos o intervalos múltiples de registro de datos, con hasta 8 intervalos de medida y duraciones definidos por el usuario. |
| Precisión de Reloj:  | 1 minuto/mes a 25.000°C  |
| Vida de la Batería:  | 3 años (típica) – Batería de Litio 3.6 Volt 1/2 AA intercambiable  |

### 3.17.2 Temperatura Interna

|                      |   |
|----------------------|---|
| Rango de Medida:     | -40.000 a +70.000°C                               |
| Precisión:           | ±0.200°C en el rango de 0 a 50.000°C              |
| Resolución (12-bit): | 0.020°C a 25.000°C                                |
| Tiempo de Respuesta: | 15 minutos (de 90% en caudal de aire de 1 m/sec.) |

### 3.17.3 Temperatura externa

|                  |                      |
|------------------|----------------------|
| Rango de Medida: |                      |
| U23-002:         | -40.000° a +70.000°C |

|                      |   |
|----------------------|---|
| U23-003 & -004:      | -40.000° a 100.000°C; punta del sensor y cable inmersión en agua fresca hasta 50.000° por 1 año |
| Precisión:           | $\pm 0.200^{\circ}\text{C}$ en el rango de 0 a 50.000°C   |
| Longitud del cable:  | 1.80 m  |
| Resolución (12-bit): | 0.020°C a 25.000°C  |
| Tiempo de respuesta: |   |
| U23-002:             | 3 minutos (al 90.00% en caudal de aire de 1 m/s)  |
| U23-003 y 004:       | 3 minutos (al 90.00% en caudal de aire de 1 m/s);<br>30 segundos (al 90.00% en agua).           |

#### 3.17.4 Humedad Relativa

|                      |  |
|----------------------|--|
| Rango de Medida:     | 0 a 100.00% HR   |
| Precisión:           | $\pm 2.50\%$ de 10.00 a 90.00%                           |
| Resolución (12-bit): | 0.03% HR   |
| Tiempo de respuesta: |  |
| U23-001:             | 1 minuto típico (al 90.00% en caudal de aire de 1 m/s).  |
| U23-002:             | 3 minutos típico (al 90.00% en caudal de aire de 1 m/s). |

#### 3.18 Hoboware software y Estación Base Óptica U-4

Se requiere Hoboware software y una Estación Base Óptica BASE U-4 con acoplador para manejar el HOBO Pro v2.

El Hobo Waterproof Shuttle para transportar datos de campo puede usarse también como una Estación Base, se observa en el gráfico N° 18.



Gráfico N° 18  
**Estación base óptica U-4**



**FUENTE:** Onset. (Noviembre 2014)

Los HOBO's U23 Pro v2 de intemperie por conservar su carcasa de alta resistencia no es necesario que se le introduzca en algún tipo de estructura para su protección, también se le ajusta su hora-grado y se realiza la concordancia con la hora Oficial de México.

Como se describe en las tablas N° 5 y 6 los HOBO's U23 Pro v2 se colocan al exterior de las viviendas tradicionales N° 10 y N° 11, así como en las comunes N° 16 y N° 17, únicamente para su contraste con las mediciones proporcionadas por SENEAM.

### **3.19 Bitácora diaria de mediciones térmicas**

Las mediciones que presenta cada HOBO U10-003 data logger de Tmr de los espacios internos y los HOBO U23 Prov2 con valores de T. y H.R. del exterior, donde se encuentran colocados se exportan a una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel donde se realiza una tabla con las mediciones íntegras exportadas de temperatura del aire en °C y con 3 posiciones decimales y de la humedad relativa expresada en % y con 2 posiciones decimales, las cuales se emplean para toda la investigación y contrastar con las mediciones de temperatura del aire y humedad relativa exteriores

proporcionadas para el análisis climático histórico por CONAGUA y para realizar, analizar y administrar la información de la temperatura y humedad relativa media por hora, día, semana y mes de 2014; contrastada por las horas-grado de la información climatológica proporcionada por el SENEAM.

La bitácora diaria de medición está compuesta por valores de la información climatológica realizada hora por hora de cada uno de los espacios de las viviendas estudio de caso y organizada por columnas durante el año de 2014 en la hoja de cálculo de Microsoft Office Excel de la siguiente manera:

Nº de medición-Fecha y hora-T interior por hora U10-T media diaria interior U10-T media semanal interior U10-T media mensual interior U10-Ampliación térmica diaria entre el micro y el macroclima U10-Ampliación térmica por hora U10-T exterior por hora SENEAM-T media diaria exterior SENEAM-T media semanal exterior SENEAM-T media mensual exterior SENEAM-Ampliación térmica diaria entre el macro y el mesoclima SENEAM-Ampliación térmica por hora SENEAM-T exterior por hora de U23 en su caso-T media diaria exterior U23-T media semanal exterior U23-T media mensual exterior U23-Ampliación térmica diaria entre el micro y el mesoclima U23-Ampliación térmica por hora U23-todas estas en °C, también en la misma hoja de cálculo:

Nº de medición-Fecha y hora-HR interior por hora U10- HR media diaria interior U10- HR media semanal interior U10- HR media mensual interior U10-Ampliación térmica diaria entre el micro y el macroclima U10-Ampliación térmica por hora U10- HR exterior por hora SENEAM- HR media diaria exterior SENEAM- HR media semanal exterior SENEAM- HR media mensual exterior SENEAM-Ampliación térmica diaria entre el macro y el mesoclima SENEAM-Ampliación térmica por hora SENEAM- HR exterior por hora de U23 en su caso- HR media diaria exterior U23- HR media semanal exterior U23- HR media mensual exterior U23-Ampliación térmica diaria entre el micro y el mesoclima U23-Ampliación térmica por hora U23-todas estas en %.

Toda la información climatológica es vertida en los gráficos higrotérmicos de las viviendas tradicionales y comunes estudio de caso.

### **3.20 Elaboración de gráficos para obtener el grado de adaptabilidad higrotérmica en las viviendas estudio de caso**

#### **3.20.1 T y HR mensual con zona de comodidad constante**

Los gráficos de T del aire y HR de cada vivienda estudio de caso y sus respectivos espacios son con base a los valores medios diarios proporcionados por los HOBO's U10 para el interior y para el exterior los proporcionados por SENEAM o en su caso si la vivienda cuenta con el HOBO U23 de intemperie se consideran sus valores como prioritarios, considerando únicamente los meses de enero y agosto estimados por la investigación como los críticos, y elaborados con una zona de comodidad constante.

Con este tipo de gráfico se determina la Tn-límites superior e inferior-días de comodidad, demasía y pérdida térmica de T-ampliación térmica mínima y máxima de T-HRc-límites superior e inferior-días de comodidad, demasía y pérdida térmica de HR-ampliación térmica mínima y máxima de HR mensual.

#### **3.20.2 Día típico mensual con zona de comodidad constante**

A continuación se elaboran los gráficos de los días típicos de cada vivienda y espacio con zona de comodidad constante de todos los meses de 2014, estos se realizan colocando en una nueva hoja de cálculo de Microsoft Office Excel todos los valores medios diarios con sus respectivas horas-grado y se logra la T y HR media interior por hora y se procede a su confección.

Este tipo de gráficos determinan; la Tn; los límites superior e inferior; las horas de comodidad, demasía y pérdida de temperatura; oscilaciones de T

interior y exterior-amplitud mínima y máxima de T; HR<sub>c</sub>; límites superior e inferior; horas de comodidad, demasía y pérdida de HR; oscilaciones de HR interior y exterior; amplitud mínima y máxima de HR.

### **3.21 Estrategias de adaptabilidad higrotérmica**

Asimismo la calificación ambiental proporcionada por la herramienta informática del interior de cada espacio de las viviendas estudio de caso se contrasta para confirmar sus resultados con los gráficos que se realizan de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior, y dependen de su posicionamiento físico en el gráfico.

Se logra saber, si es que se encuentra la vivienda y su espacio en cuestión dentro de la zona de comodidad tanto para invierno como para verano, si necesita ventilación cruzada, mayor inercia térmica, con o sin ventilación nocturna, refrescarse por evaporación, humidificación, si logra ganancia interna, o si necesita el espacio interior analizado un calentamiento solar activo y pasivo, o por último deshumidificación.

### **3.22 Clasificación higrotérmica del espacio**

Estos gráficos de estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior por medio de su línea climática da la posición exacta de cada espacio y tiempo analizado para poder estar en condiciones finalmente de corroborar la calificación ambiental vertida por la herramienta informática en contraste con los gráficos de clasificación higrotérmica de T y HR, que emiten si el espacio o área analizada en el experimento científico en realidad es moderada, cálida húmeda, húmeda, caliente húmeda, caliente seca, cálida seca y finalmente si es un área fría, en determinado mes o día del año.

### **3.23 Coeficiente estadístico de correlación de los valores térmicos**

La estadística para el presente trabajo de investigación tiene como objeto el estudio de las magnitudes individuales que supuestamente varían

de un modo aleatorio en el seno de los valores térmicos, por lo tanto se propone el modelo estadístico del coeficiente de variación de Pearson. Frecuentemente denominado de correlación, es una medida estadística ampliamente utilizada que mide el grado de relación lineal entre dos variables. Las correlaciones desempeñan un papel vital en el comportamiento de temperatura y humedad relativa.

Su valor puede oscilar entre una correlación positiva o negativa. Un coeficiente de correlación igual a cero significa ausencia de correlación, y es el que representa el grado en el cual los valores están relacionados linealmente entre sí. A decir de Krüeger et al (2014), el modelo estadístico a emplear es una medida de propagación útil para comparar dispersiones a escalas distintas, pues es una medida invariante ante las variaciones térmicas. Se pretende expresar la desviación estándar como porcentaje de la media aritmética, mostrando una mejor interpretación porcentual del grado de variabilidad que la desviación típica o estándar.

Con toda esta información se esta en condiciones de pasar al siguiente Capítulo IV, de resultados esperados en el presente trabajo de investigación.

# Capítulo IV



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

En las últimas décadas, la isla de calor urbano (ICU) es un fenómeno de las ciudades y sus temas correspondientes, incluyendo los métodos de mitigación se han convertido en los principales temas de investigación en el ámbito de la climatología urbana por modificación antropogénica.

El presente trabajo lleva a cabo sus resultados mediante mediciones de valores térmicos en el entorno urbano, para determinar los modelos de previsión, las estrategias de mitigación de impacto, las predicciones de temperatura del aire urbano, la mejora de la suposición del tiempo y el pronóstico de la calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica. Con la idea de interpretar el desarrollo urbano sustentable en la ciudad, proporcionando a los planificadores urbanos diferentes aspectos de los parámetros climáticos urbanos para que los incorporaren a sus parámetros de diseño.

#### **4.1 Climatología urbana por modificación antropogénica**

Sin embargo, es bastante difícil para los planificadores intentar diseñar sin comprometer al investigador del clima urbano. Actualmente, el Sistema de Información Geográfica (SIG) es una plataforma de uso general en el presente trabajo con aplicaciones geográficas relacionadas, incluidas las relativas a la investigación del clima urbano.



Aunque es, según todos los estándares, una herramienta apropiada de diseño urbano, donde los planificadores urbanos tienden a no adoptar esta tecnología, pero los resultados del trabajo en primera instancia, presentan una idea para superar este reto mediante el desarrollo de una plataforma de diseño urbano fácil de usar, para la situación actual y a futuro en Tampico, México.

La integración del análisis climático histórico, con herramientas de evaluación del microclima urbano es una tarea compleja pero con un futuro prometedor.

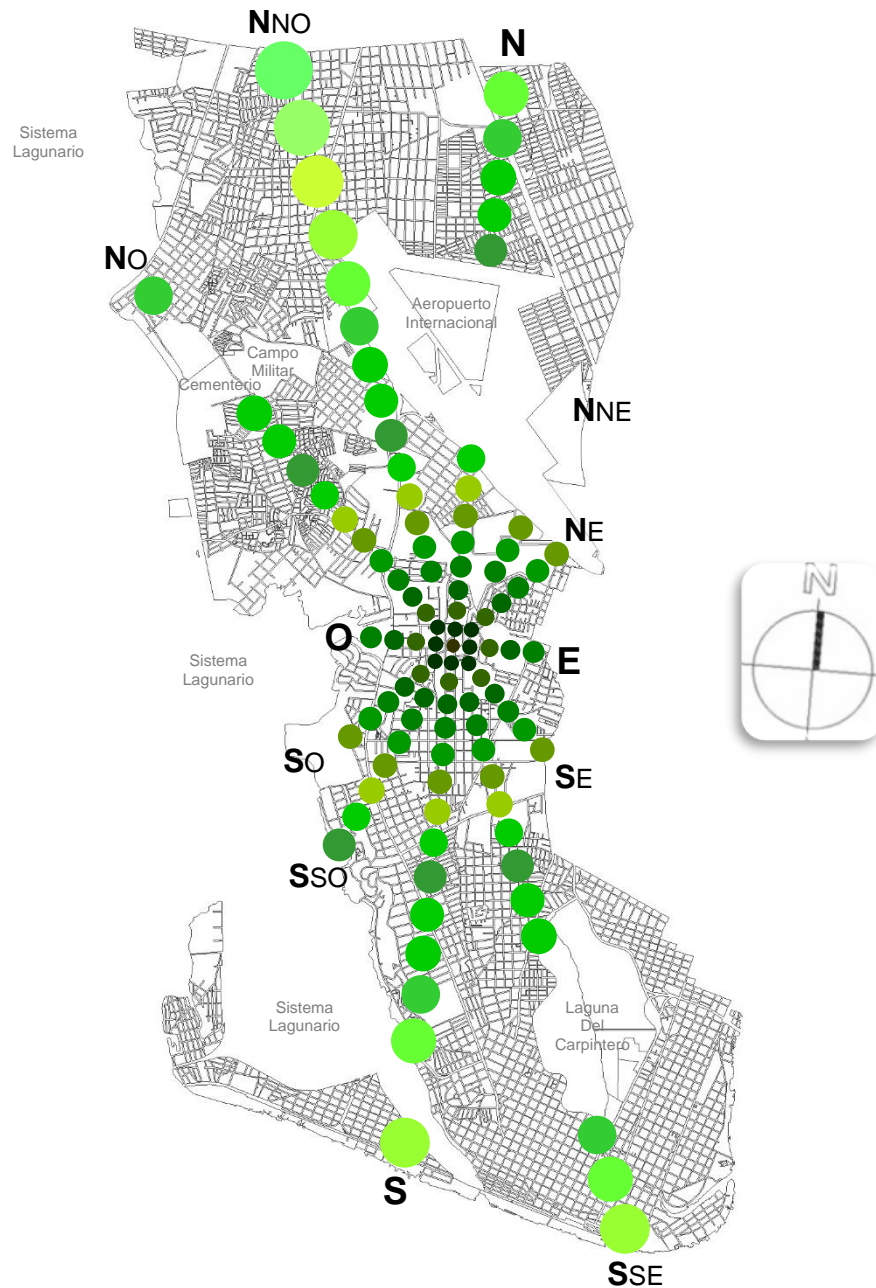
Es la integración de la evaluación macro, meso y microclimática como parte del proceso de diseño urbano. Los planificadores urbanos podrán evaluar el impacto de sus diseños, es decir, el cambio de la morfología urbana, a la condición climática urbana simultáneamente sin los científicos que participan por separado.

Los resultados de la climatología urbana se pueden lograr a través de varias etapas. La primera es la integración de los diferentes valores del macroclima de la zona. La segunda consiste en la integración del modelado en 3D con la plataforma de simulación SIG. Y, finalmente, la integración entre datos en tiempo real del microclima urbano y la condición del entorno de los escenarios habitacionales para determinar la calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica.

Para la delimitación del área urbana y contraste de valores térmicos del microclima en los transectos se utilizó el factor de ocupación del suelo, representativos de cada nodo urbano, como se muestra en el gráfico N° 1, en la página 204 del trabajo. Así se obtuvieron puntos de distribución espacial, que se asumen como el límite urbano de la estructura vial en Tampico, México.

#### 4.1.1 Distribución de nodos de la traza urbana en Tampico, México

Gráfico N° 1  
Distribución de nodos de la traza urbana



FUENTE: Nodos, Elaboración Propia. Plano, Dirección de Obras Públicas de Tampico.

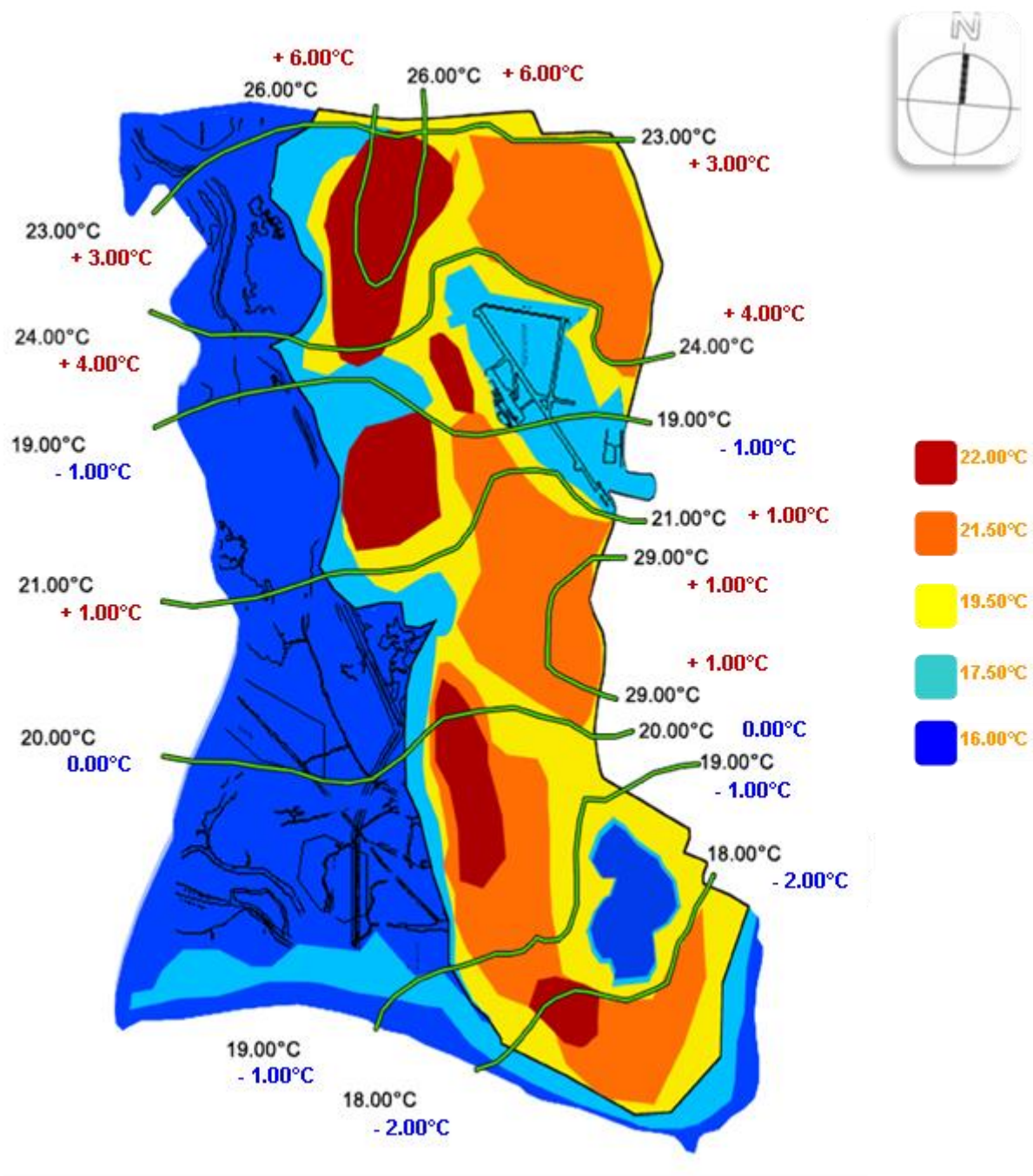
Resultante de los mapas de isotermas y su límite urbano, los transectos verdes indicados son relevantes ya que dependiendo del comportamiento de temperatura media de invierno y verano, se obtienen sus valores térmicos máximos o mínimos en los gráficos N° 2 y 3 de las páginas 206 y 207 del trabajo.

#### 4.1.2 Mapas de isotermas y transectos en Tampico, México

Gráfico N° 2

##### Mapa de isotermas y transectos de invierno en límite urbano

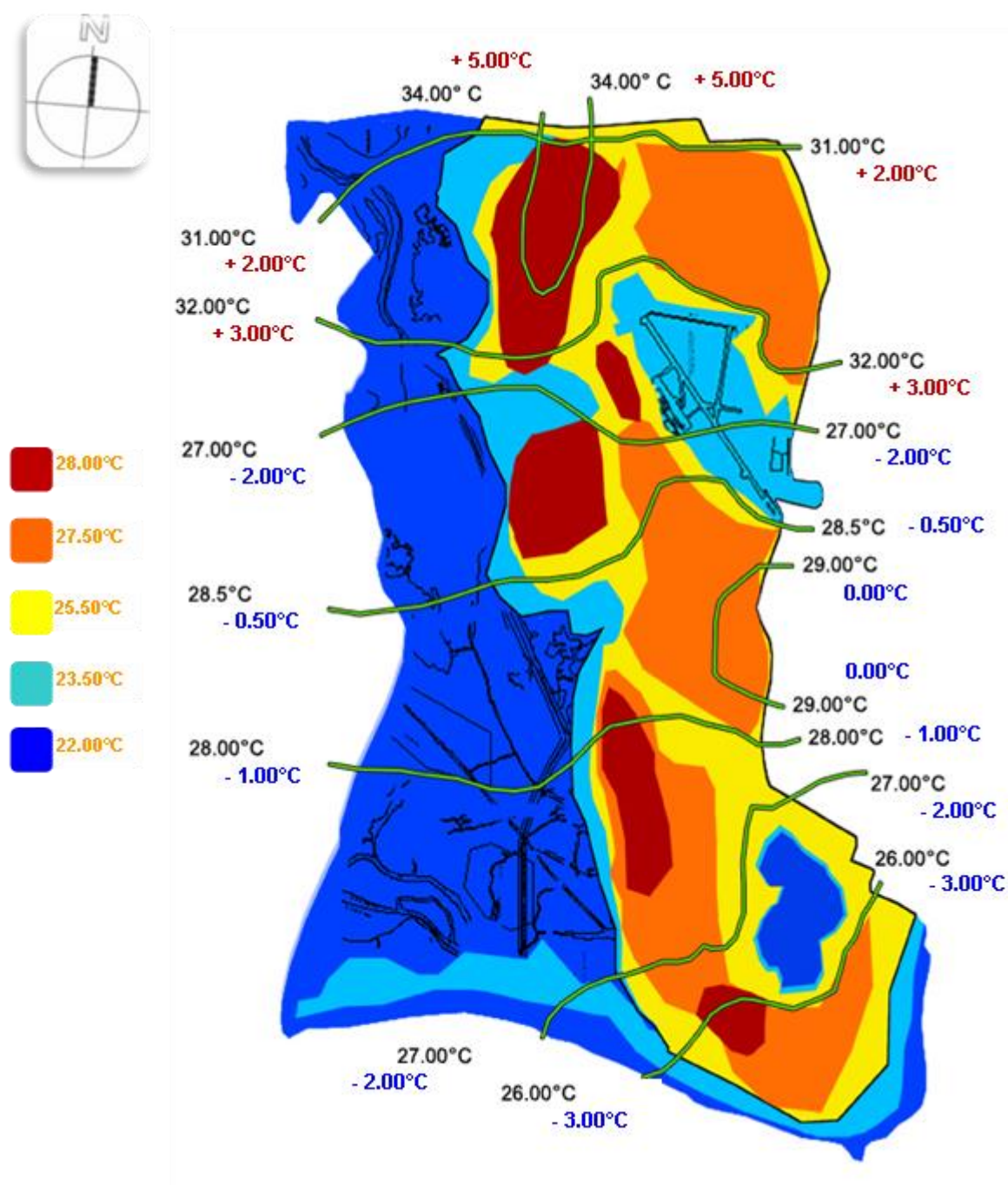
Temperatura media exterior de invierno 20.00°C



FUENTE: Elaboración Propia. Valores Térmicos Hobo's Pro v2.

### Gráfico N° 3 Mapa de isotermas y transectos de verano en límite urbano

Temperatura media exterior de verano 29.00°C



FUENTE: Elaboración Propia. Valores Térmicos Hobo's Pro v2.

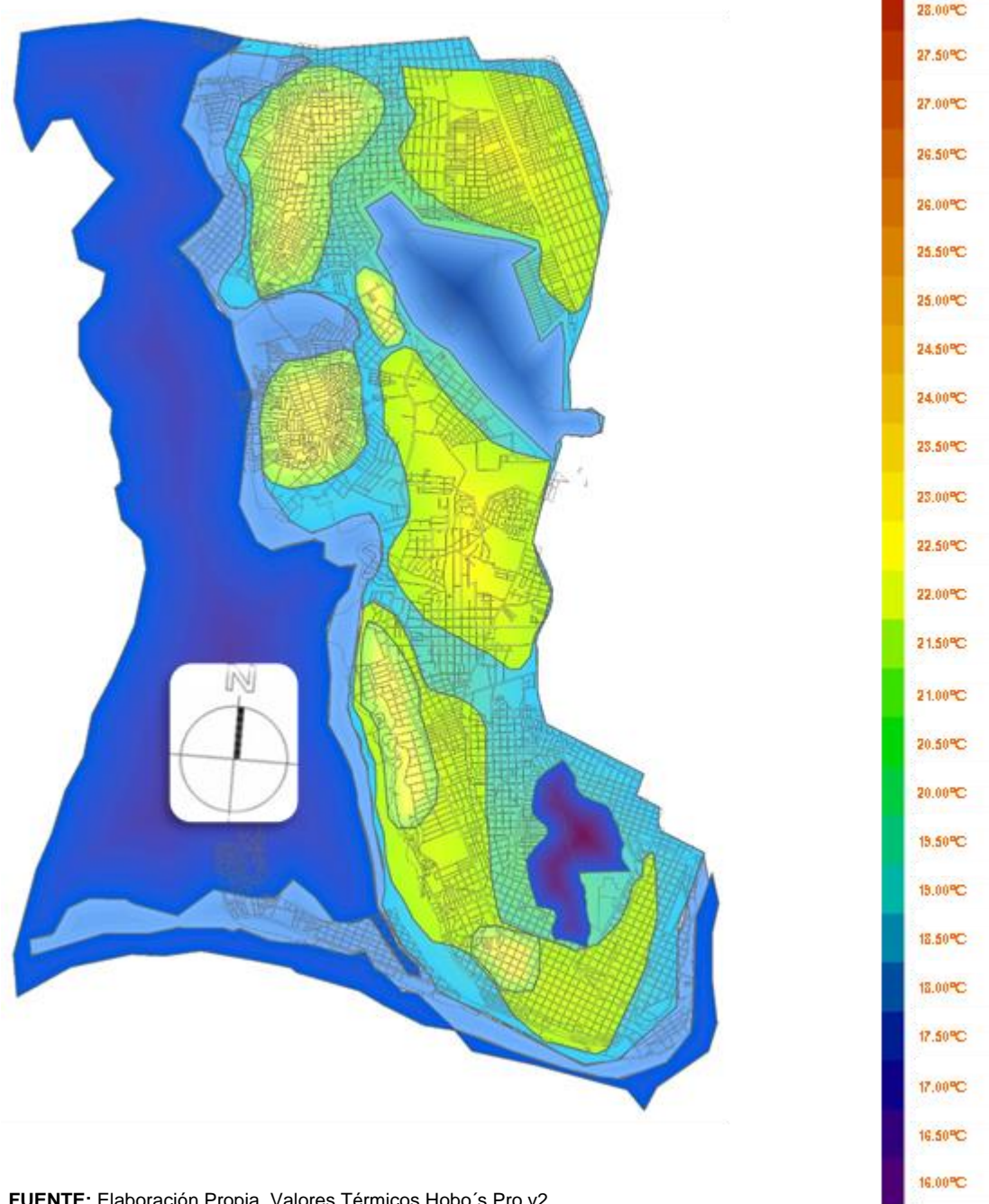


Resultante de la climatología urbana por modificación antropogénica con temperaturas medias estacionales en los gráficos N° 4 y 5.

#### 4.1.3 Islas de calor urbano y escala térmica en Tampico, México

Gráfico N° 4  
Islas de calor de invierno y su escala térmica con ArcGIS 10.2.2

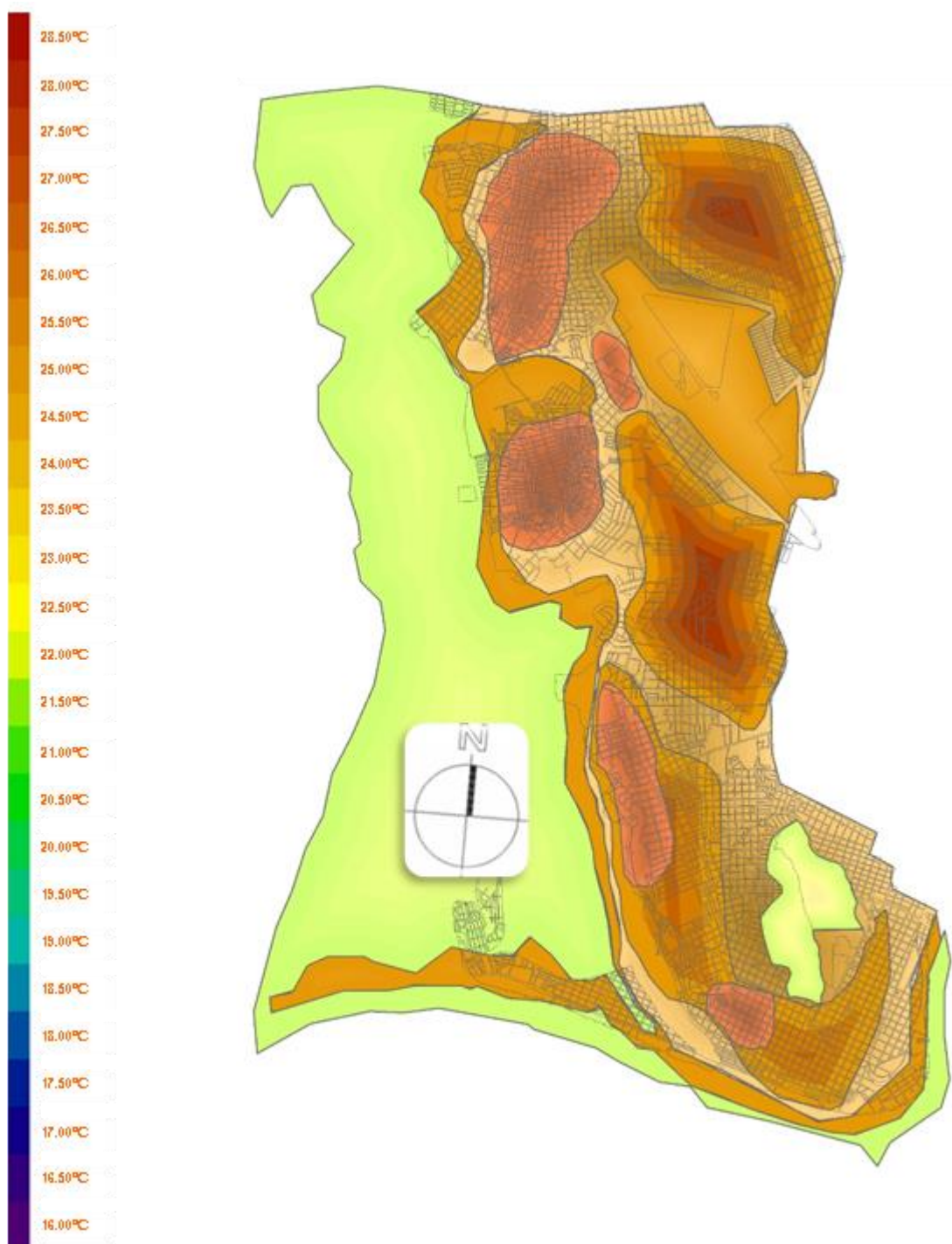
Temperatura media exterior de invierno 20.00°C



FUENTE: Elaboración Propia. Valores Térmicos Hobo's Pro v2.

### Gráfico N° 5 Islas de calor de verano y su escala térmica con ArcGIS 10.2.2

Temperatura media exterior de verano 29.00°C



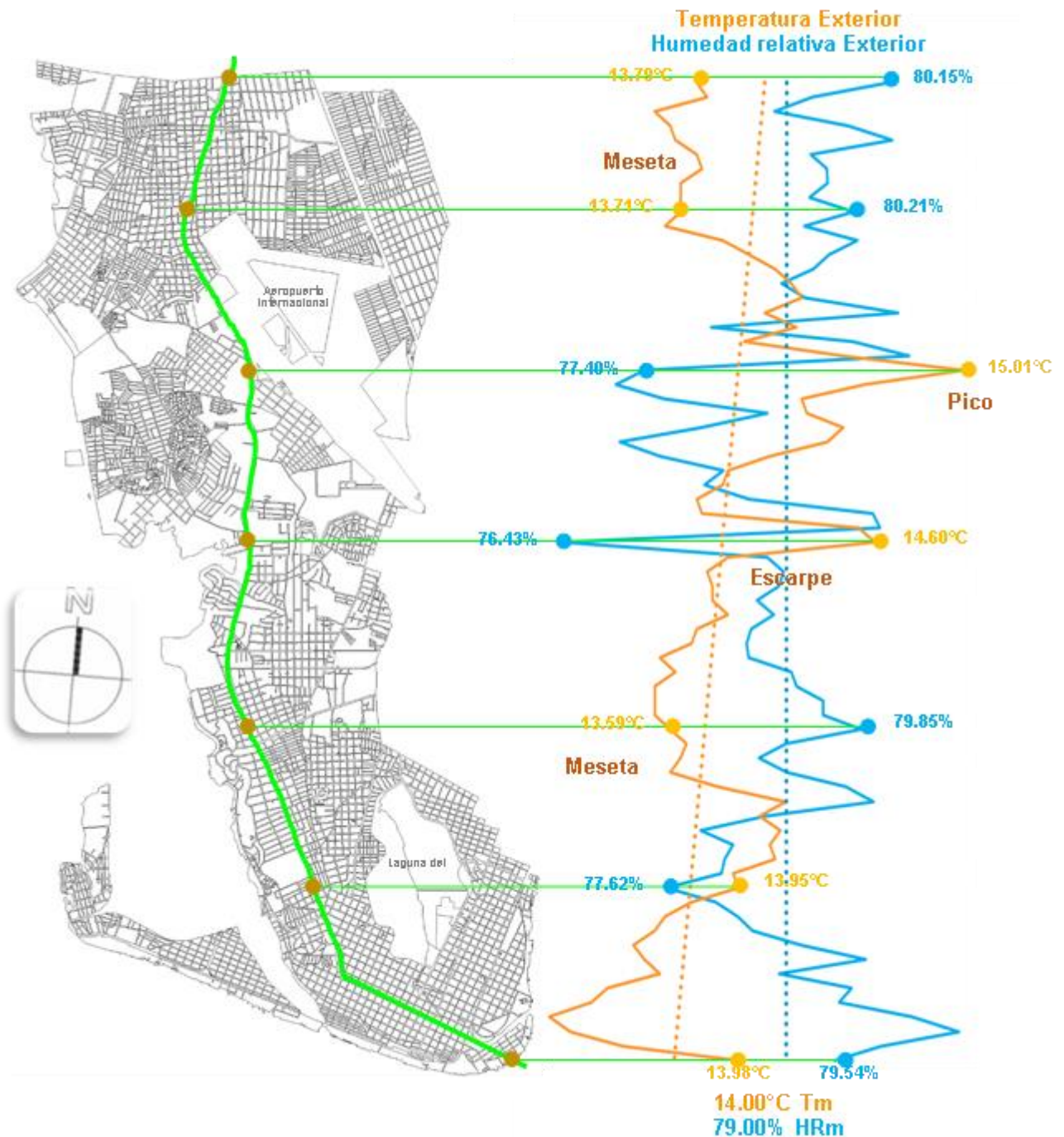
FUENTE: Elaboración Propia. Valores Térmicos Hobo's Pro v2.

Resultante de las mediciones de los valores térmicos, y sus líneas de tendencias en el perfil del transecto longitudinal más amplio de la ciudad se observan en los gráficos N° 6 y 7.

#### 4.1.4 Perfiles térmicos de los meses críticos en Tampico, México

Gráfico N° 6  
Perfil térmico longitudinal del transecto Norte-Sur en enero

Temperatura media exterior de enero 17.40 °C

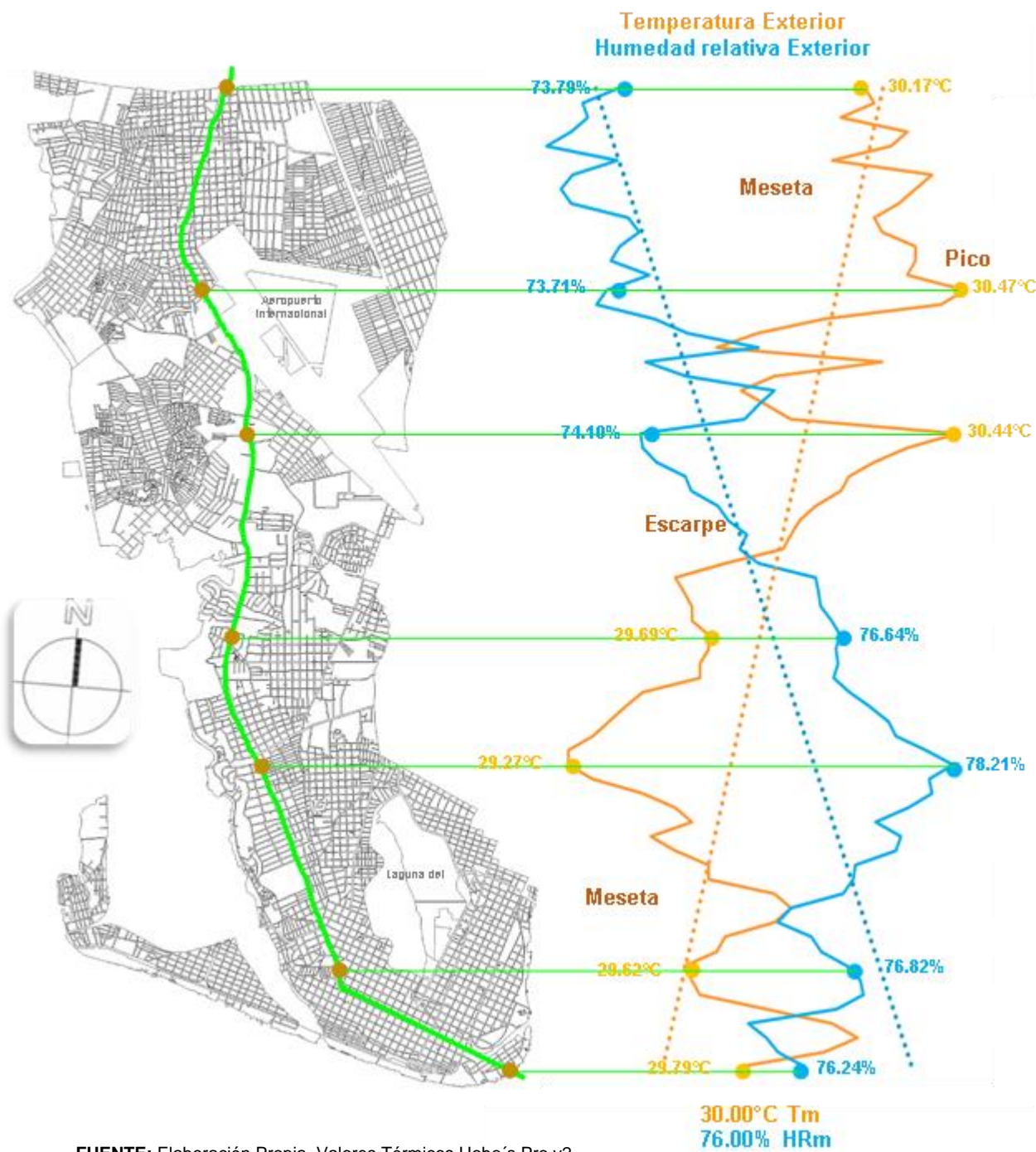


FUENTE: Elaboración Propia. Valores Térmicos Hobo's Pro v2.



# Gráfico N° 7 Perfil térmico longitudinal del transecto Norte-Sur en agosto

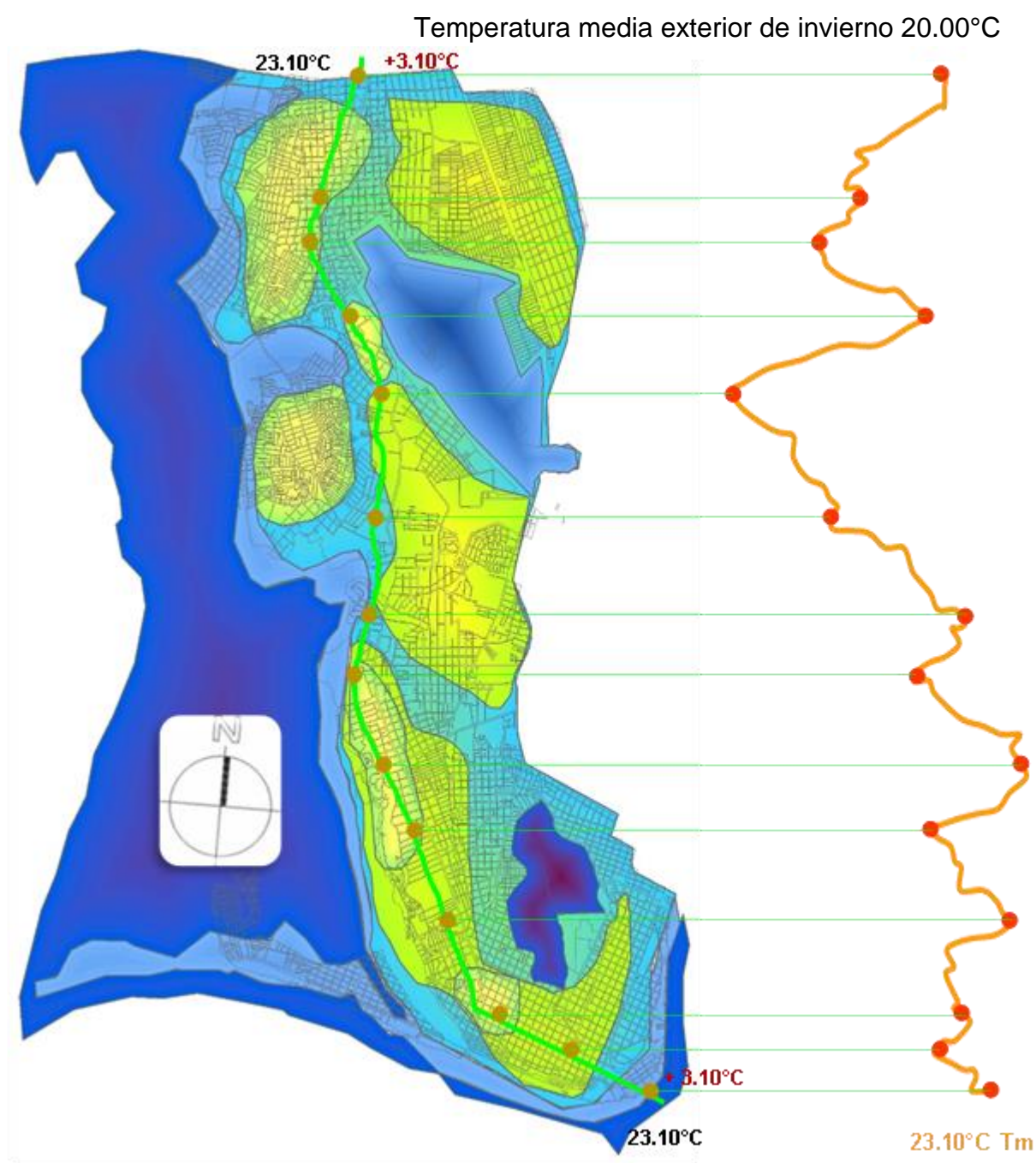
Temperatura media exterior de agosto 30.10°C



Resultante de las temperaturas medias estacionales del perfil longitudinal más amplio en la ciudad, emanadas de la climatología urbana por modificación antropogénica, se observan en los gráficos N° 8 y 9.

#### 4.1.5 Perfiles longitudinales con islas de calor en Tampico, México

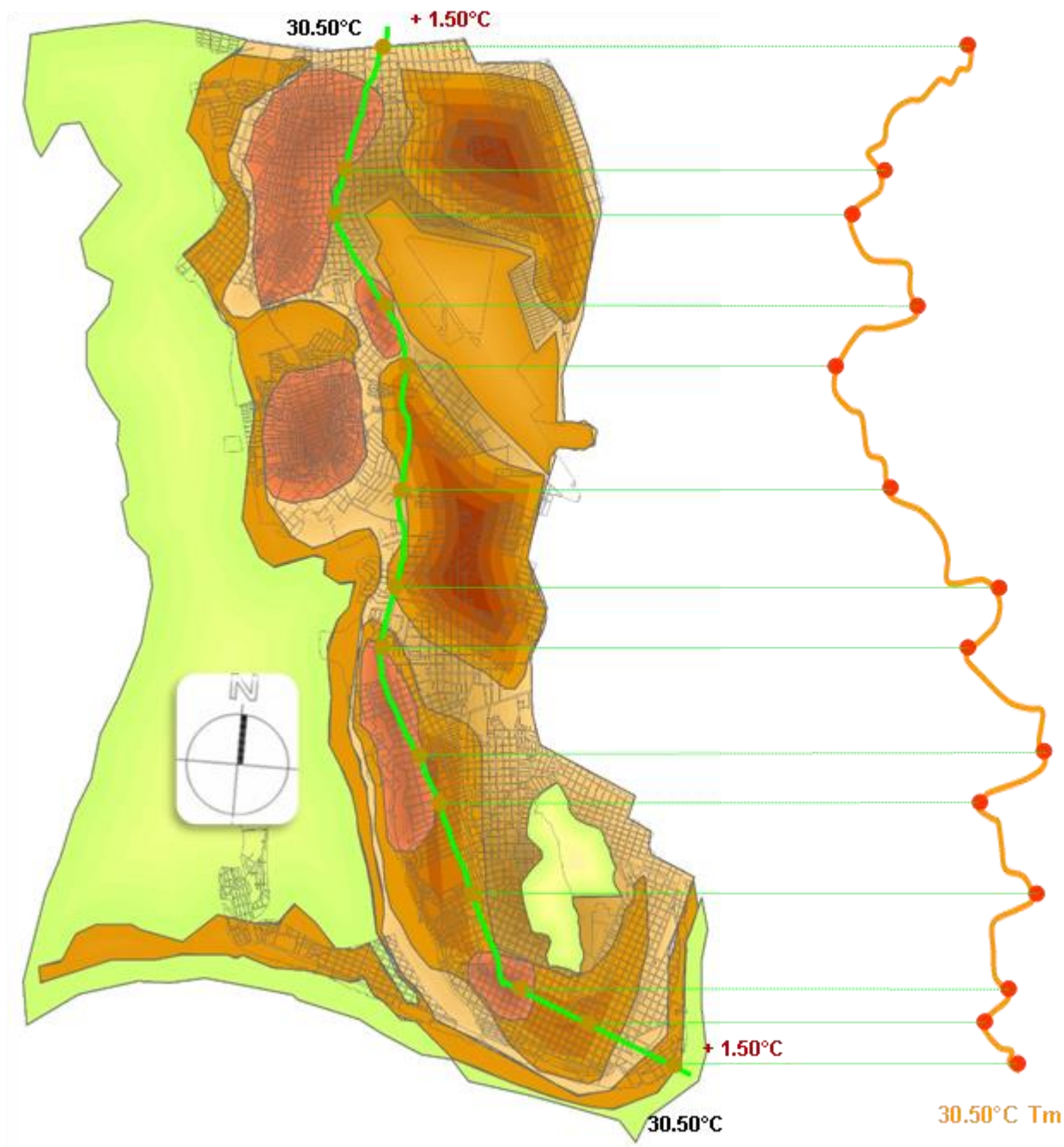
Gráfico N° 8  
Perfil térmico longitudinal Norte-Sur en invierno



FUENTE: Elaboración Propia. Valores Térmicos CONAGUA-SENEAM

Gráfico N° 9  
Perfil térmico longitudinal Norte-Sur en verano

Temperatura media exterior de verano 29.00°C



FUENTE: Elaboración Propia. Valores Térmicos CONAGUA-SENEAM

## 4.2 Calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica

Con respecto a las mediciones de temperatura y humedad relativa se realizan a cada hora durante los 365 días de 2014. Tanto al interior de la sala como de la recámara principal, colocados los aparatos a una altura media del total de piso a cielorraso, para que su registro sea lo más confiable. Asimismo cuatro viviendas presentan instrumentos de mediciones externas.

Para determinar los resultados de la calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica se consideran principalmente los meses críticos que son enero para invierno y agosto para verano.

Los resultados se presentan con base al experimento científico, emanados de las mediciones de los valores de temperatura y humedad relativa mostrados en los gráficos de adaptabilidad y clasificación higrotérmica de la vivienda tradicional y la vivienda común de Tampico, México.

La resultante del grado de adaptabilidad higrotérmica se presenta expresado en gráficos y con una tabla sintetizada de cada uno de los valores obtenidos, y se da una interpretación para su comprensión.

El coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media interior y exterior según hora-mes.

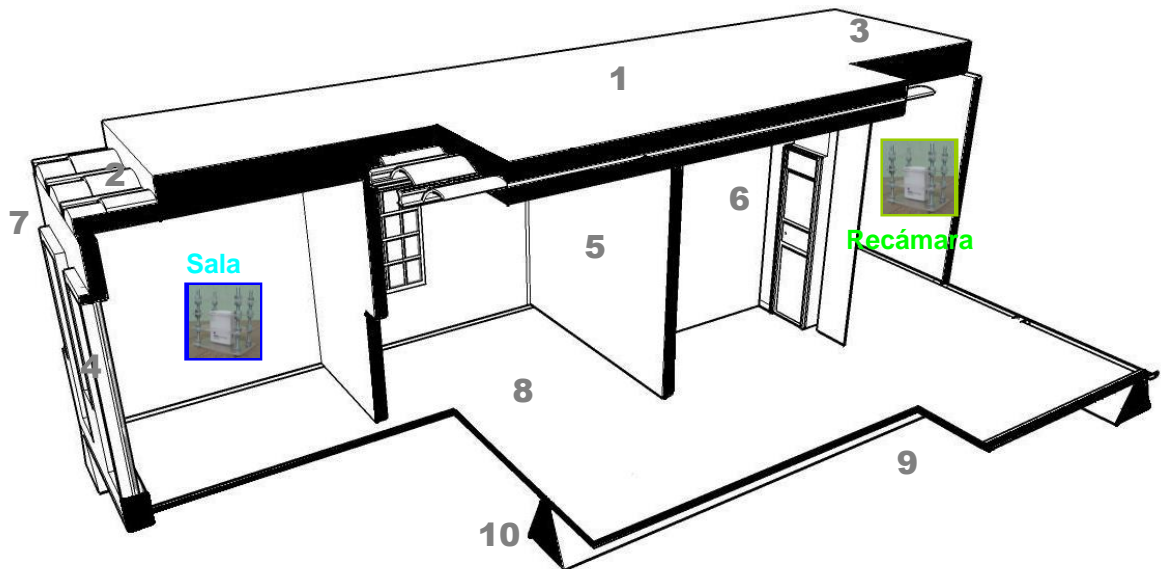
Asimismo se determinan las diferencias térmicas con respecto a la demasía y pérdida, su adaptabilidad higrotérmica anual de temperatura media mensual al interior de las viviendas.

Y se muestran las oscilaciones térmicas con respecto a la temperatura y humedad relativa media según-hora mes de las viviendas estudio de caso.



### 4.3 Vivienda tradicional N° 1

Gráfico N° 10  
Isométrico de la vivienda tradicional N° 1



#### 4.3.1.1 Solución constructiva

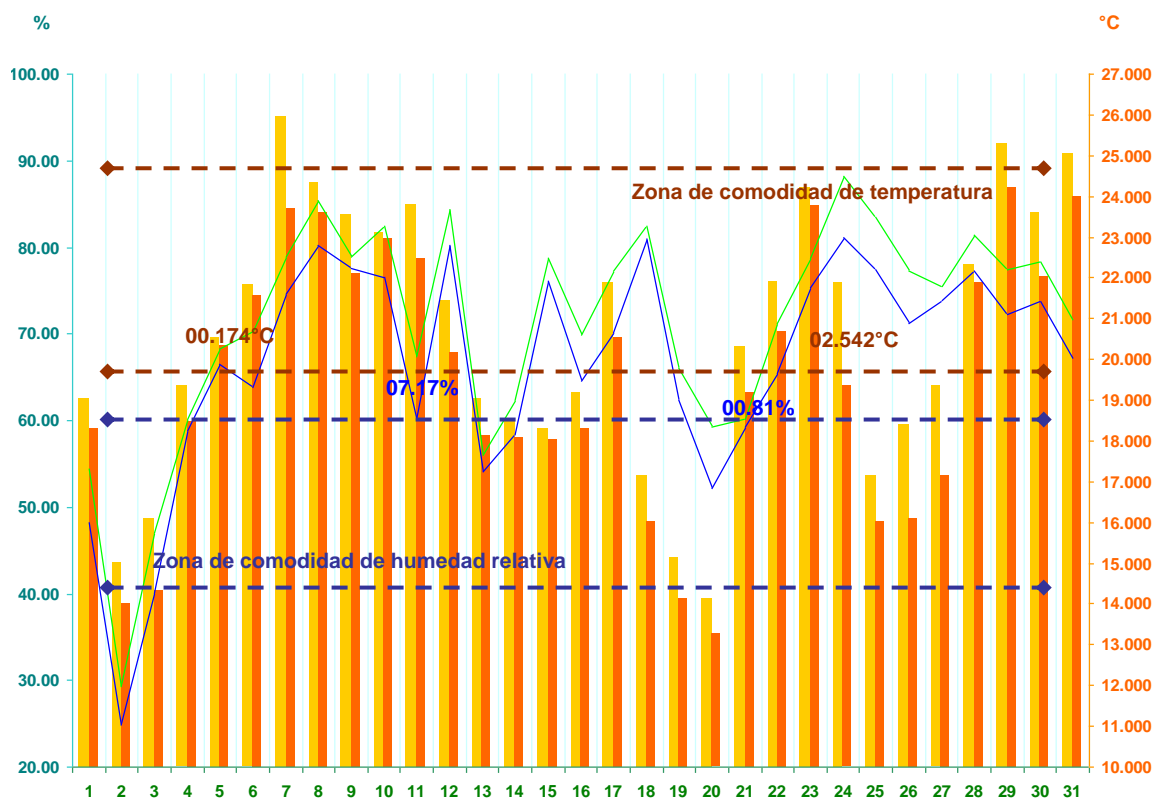
- 1 Impermeabilizante a base de emulsión de asfalto con asbesto
- 2 Cubierta de bóveda curva o catalana
- 3 Pretilos de ladrillo de milpa
- 4 Ventanas de madera de cedro a doble hoja de 2.00 de altura x 1.00 m de ancho.
- 5 Aplanados interiores de caliche; cal y arena proporción 1:4
- 6 Muros de ladrillo de milpa de 0.05 x 0.10 x 0.20 m
- 7 Aplanados exteriores de caliche; Cal y arena proporción 1:4
- 8 Mosaico de pasta
- 9 Plantilla de tierra de revestimiento con cascajo de 0.05 m
- 10 Zapata corrida de piedra brasa con escarpio a 60°
- 11 Instalación hidráulica de Tubería galvanizada
- 12 Instalación Sanitaria de Fierro fundido unido alquitrán de hulla y sello de plomo
- 13 Cañería exterior barro vitrificado

FUENTE: Elaboración Propia.

La vivienda contempla alturas interiores de piso a cielorraso de 4.25 m; con un volumen total interior de 564.30 m<sup>3</sup>; un área de cubierta de 133.00 m<sup>2</sup>; un área de la envolvente sin cubierta de 206.00 m<sup>2</sup>; con un área de aberturas en la envolvente de 48.00 m<sup>2</sup>; dando en total un porcentaje de aberturas en la envolvente de 30.00%.

### 4.3.2 Análisis higrotérmico de la sala en enero, 2014

Gráfico N° 11  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Vivienda tradicional N° 1 en la sala enero de 2014



FUENTE: Hobo N° 1 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 22.287°C                  |
| Límite superior                       | 24.787°C                  |
| Límite inferior                       | 19.787°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 14                        |
| Días demasía de temperatura           | 3                         |
| Días pérdida de temperatura           | 14                        |
| Ampliación mínima de temperatura      | 00.174°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 02.542°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 7                         |
| Días demasía de humedad relativa      | 23                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 1                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 00.81%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 07.17%                    |

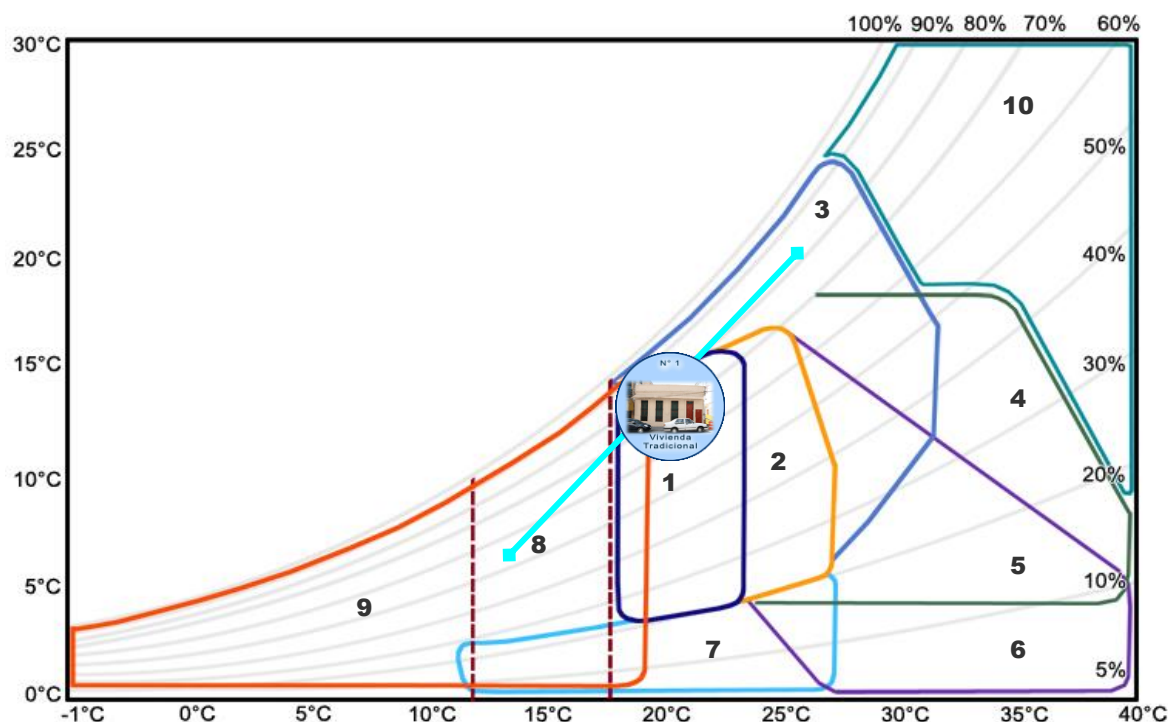
Tabla N° 1  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda tradicional N° 1 en la sala enero de 2014**  
**Zonas de comodidad constante**

| Días | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental HR | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|------|---------------------------|----------------|----------------|---------------------------|------------------|------------------|
| 1    | Pérdida                   | 19.025         | 18.320         | Comodidad                 | 48.22            | 54.43            |
| 2    | Pérdida                   | 15.004         | 14.007         | Pérdida                   | 24.85            | 29.35            |
| 3    | Pérdida                   | 16.086         | 14.329         | Comodidad                 | 40.04            | 47.01            |
| 4    | Pérdida                   | 19.359         | 18.474         | Comodidad                 | 58.78            | 60.16            |
| 5    | Comodidad                 | 20.527         | 20.353         | Demasia                   | 66.43            | 68.28            |
| 6    | Comodidad                 | 21.813         | 21.562         | Demasia                   | 63.88            | 70.26            |
| 7    | Demasia                   | <b>25.972</b>  | 23.692         | Demasia                   | <b>80.22</b>     | 78.84            |
| 8    | Comodidad                 | 24.338         | 23.623         | Demasia                   | 74.58            | 85.39            |
| 9    | Comodidad                 | 23.563         | 22.109         | Demasia                   | 77.59            | 78.95            |
| 10   | Comodidad                 | 23.125         | 22.941         | Demasia                   | 76.55            | 82.45            |
| 11   | Comodidad                 | 23.802         | 22.492         | Demasia                   | 60.16            | 67.33            |
| 12   | Comodidad                 | 21.436         | 20.150         | Demasia                   | 80.22            | 84.42            |
| 13   | Pérdida                   | 19.025         | 18.126         | Comodidad                 | 54.17            | 55.96            |
| 14   | Pérdida                   | 18.454         | 18.106         | Comodidad                 | 58.42            | 62.43            |
| 15   | Pérdida                   | 18.303         | 18.042         | Demasia                   | 76.07            | 78.75            |
| 16   | Pérdida                   | 19.202         | 18.303         | Demasia                   | 64.53            | 69.83            |
| 17   | Comodidad                 | 21.901         | 20.527         | Demasia                   | 70.16            | 77.23            |
| 18   | Pérdida                   | 17.140         | 16.037         | Demasia                   | 80.96            | 82.51            |
| 19   | Pérdida                   | 15.144         | 14.125         | Demasia                   | 62.43            | 66.07            |
| 20   | Pérdida                   | <b>14.125</b>  | 13.268         | Comodidad                 | <b>52.15</b>     | 59.28            |
| 21   | Comodidad                 | 20.329         | 19.202         | Comodidad                 | 59.28            | 60.09            |
| 22   | Comodidad                 | 21.905         | 20.693         | Demasia                   | 65.43            | 71.15            |
| 23   | Comodidad                 | 24.203         | 23.772         | Demasia                   | 75.41            | 78.73            |
| 24   | Comodidad                 | 21.901         | 19.359         | Demasia                   | 81.10            | 88.21            |
| 25   | Pérdida                   | 17.140         | 16.019         | Demasia                   | 77.37            | 83.48            |
| 26   | Pérdida                   | 18.406         | 16.086         | Demasia                   | 71.15            | 77.34            |
| 27   | Pérdida                   | 19.350         | 17.140         | Demasia                   | 73.90            | 75.56            |
| 28   | Comodidad                 | 22.340         | 21.901         | Demasia                   | 77.33            | 81.36            |
| 29   | Demasia                   | 25.311         | 24.223         | Demasia                   | 72.24            | 77.37            |
| 30   | Comodidad                 | 23.627         | 22.040         | Demasia                   | 73.76            | 78.28            |
| 31   | Demasia                   | 25.053         | 23.980         | Demasia                   | 67.02            | 71.52            |
|      | T. Media                  | <b>20.545</b>  | <b>19.452</b>  | H. R. Media               | <b>66.59</b>     | <b>71.03</b>     |

**FUENTE:** Hobo N° 1 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.



Gráfico N° 12  
Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para enero de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

#### Variables

Vivienda

Área

Enero y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 14.125°C – 52.15%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

#### Temperatura y humedad relativa interior

Tradicional N° 1

Sala



T. Máxima con su correspondiente H. R. = 25.972°C – 80.22%

1

2

3

4

5

6

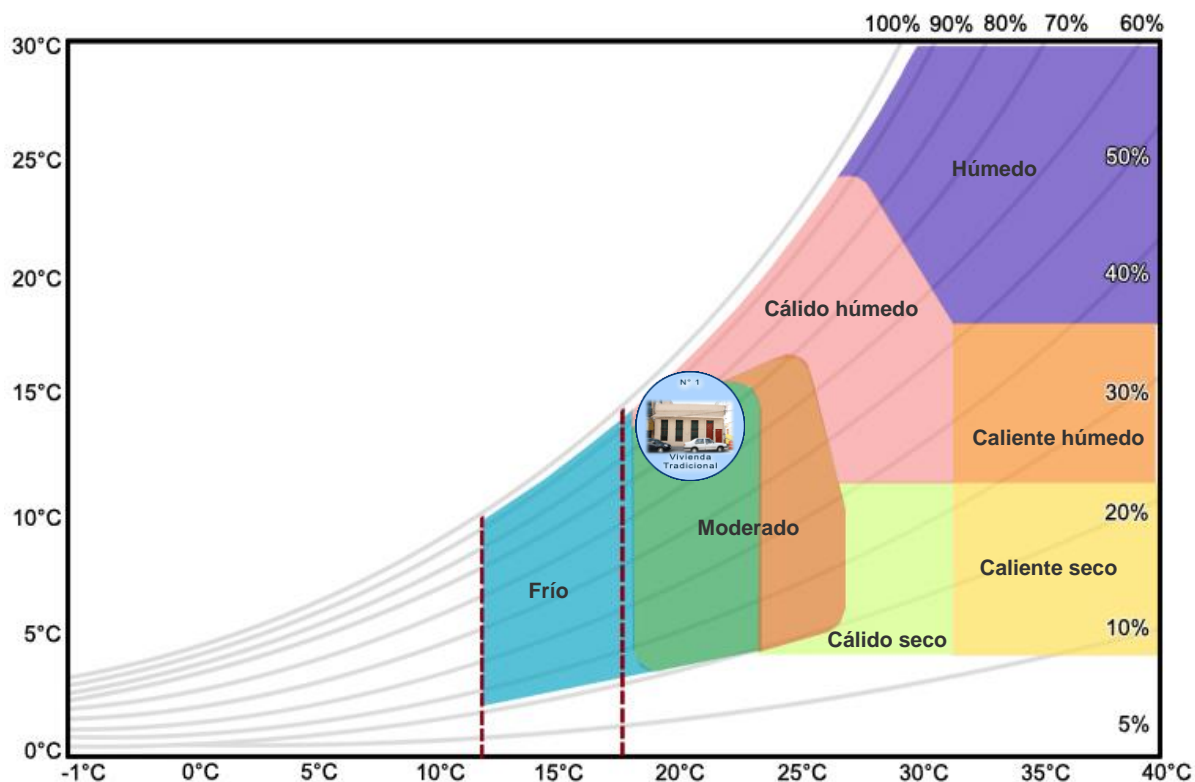
7

8

9

10

Gráfico N° 13  
Clasificación higrotérmica enero de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Variables               | Temperatura y humedad relativa interior |
| Vivienda                | Tradicional N° 1                        |
| Área                    | Sala                                    |
| Enero                   | Moderado                                |
| Clasificación climática |   |
| Moderado                |   |
| Cálido Húmedo           |   |
| Húmedo                  |   |
| Caliente húmedo         |   |
| Caliente seco           |   |
| Cálida seco             |   |
| Frío                    |   |

### 4.3.3 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 11 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 22.30°C con un límite superior de 24.80°C y un límite inferior de 19.80°C. Presenta un total de 14 días de comodidad, 3 de demasía, y 14 de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 0.20°C, y la máxima es de 2.50°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 7 días de comodidad, 23 de demasía y 1 de pérdida de humedad relativa. La ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 0.80%, y la máxima es de 7.20%.

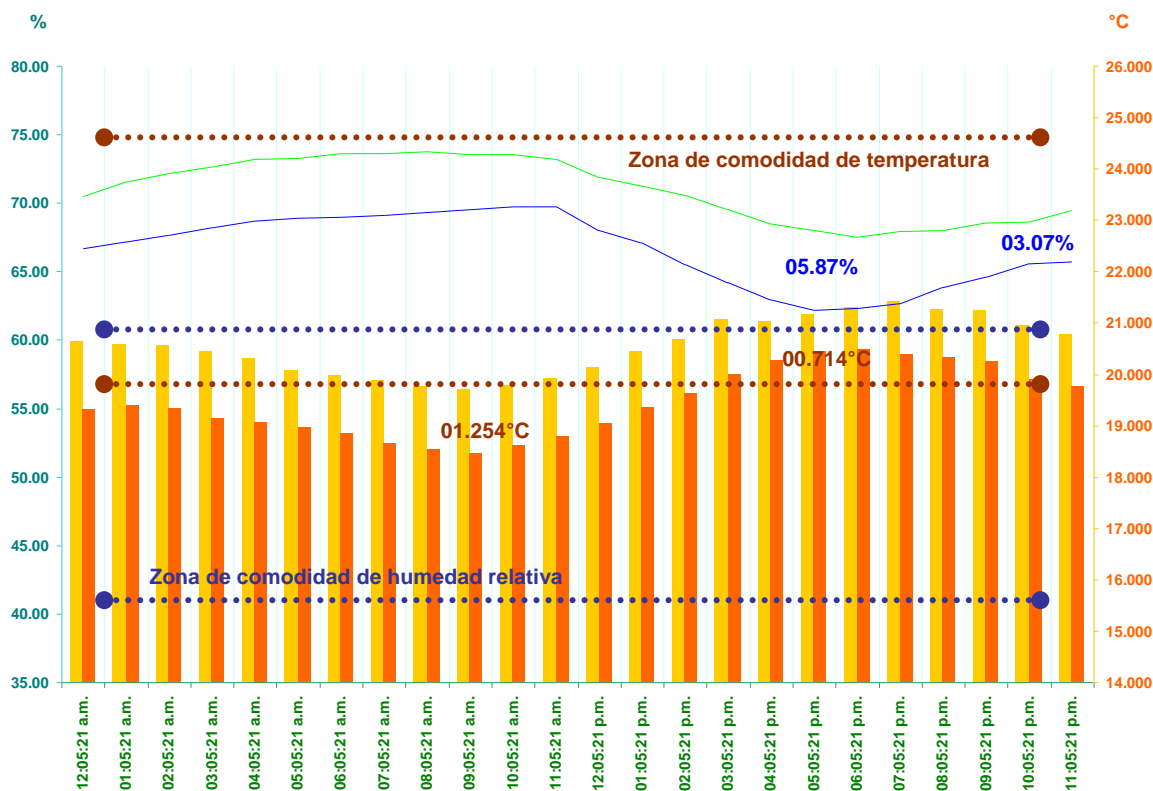
La temperatura media es de 20.50°C al interior, al exterior es de 19.50°C, y la humedad relativa media interior es de 66.60% y al exterior es de 71.00%, según tabla N° 1.

Las recomendaciones emanadas de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior del gráfico N° 12 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 1, son las siguientes: Se encuentra dentro de la zona de comodidad de invierno y requiere ventilación cruzada e influye a mejor ganancia interna.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 13 de Lechner (2001), es un espacio moderado.

### 4.3.4 Análisis higrotérmico del día típico de la sala en enero, 2014

Gráfico N° 14  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Día típico de la vivienda tradicional N° 1 en la sala enero de 2014



FUENTE: Hobo N° 1 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                    | Humedad relativa interior |
|---|---------------------------|
| Temperatura Exterior                    | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                     | 22.287°C                  |
| Límite superior                         | 24.787°C                  |
| Límite inferior                         | 19.787°C                  |
| Horas comodidad de temperatura          | 22                        |
| Horas demasía de temperatura            | 0                         |
| Horas pérdida de temperatura            | 2                         |
| Oscilación de temperatura interior      | 01.705°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior      | 02.018°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura        | 00.714°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura        | 01.254°C                  |
| Humedad relativa neutral                | 50.00%                    |
| Límite superior                         | 60.00%                    |
| Límite inferior                         | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa     | 0                         |
| Horas demasía de humedad relativa       | 24                        |
| Horas pérdida de humedad relativa       | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior | 07.56%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior | 06.18%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa   | 03.07%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa   | 05.87%                    |

Tabla N° 2  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico de la vivienda tradicional N° 1 en la sala enero de 2014**  
**Zonas de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior   | T. Exterior   | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior | H. R. Exterior |
|---------------|---------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| 12:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.639        | 19.304        | Demasia                     | 66.66          | 70.52          |
| 01:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.591        | 19.407        | Demasia                     | 67.20          | 71.56          |
| 02:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.564        | 19.319        | Demasia                     | 67.65          | 72.19          |
| 03:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.440        | 19.141        | Demasia                     | 68.23          | 72.63          |
| 04:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.313        | 19.069        | Demasia                     | 68.70          | 73.17          |
| 05:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.068        | 18.961        | Demasia                     | 68.91          | 73.27          |
| 06:05:21 a.m. | Comodidad                 | 19.963        | 18.845        | Demasia                     | 68.98          | 73.64          |
| 07:05:21 a.m. | Comodidad                 | 19.881        | 18.649        | Demasia                     | 69.14          | 73.65          |
| 08:05:21 a.m. | Pérdida                   | 19.772        | 18.537        | Demasia                     | 69.32          | <b>73.73</b>   |
| 09:05:21 a.m. | Pérdida                   | <b>19.702</b> | <b>18.448</b> | Demasia                     | 69.50          | 73.55          |
| 10:05:21 a.m. | Comodidad                 | 19.790        | 18.604        | Demasia                     | <b>69.72</b>   | 73.57          |
| 11:05:21 a.m. | Comodidad                 | 19.912        | 18.786        | Demasia                     | 69.71          | 73.20          |
| 12:05:21 p.m. | Comodidad                 | 20.136        | 19.041        | Demasia                     | 67.97          | 71.91          |
| 01:05:21 p.m. | Comodidad                 | 20.430        | 19.344        | Demasia                     | 67.08          | 71.26          |
| 02:05:21 p.m. | Comodidad                 | 20.679        | 19.621        | Demasia                     | 65.49          | 70.57          |
| 03:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.071        | 19.994        | Demasia                     | 64.17          | 69.52          |
| 04:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.032        | 20.274        | Demasia                     | 62.92          | 68.50          |
| 05:05:21 p.m. | Comodidad                 | <u>21.156</u> | <u>20.442</u> | Demasia                     | <b>62.16</b>   | <u>68.03</u>   |
| 06:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.309        | <b>20.466</b> | Demasia                     | 62.31          | <b>67.55</b>   |
| 07:05:21 p.m. | Comodidad                 | <b>21.407</b> | 20.381        | Demasia                     | 62.69          | 67.97          |
| 08:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.275        | 20.315        | Demasia                     | 63.82          | 67.98          |
| 09:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.249        | 20.245        | Demasia                     | 64.61          | 68.54          |
| 10:05:21 p.m. | Comodidad                 | 20.953        | 19.893        | Demasia                     | <u>65.57</u>   | <u>68.64</u>   |
| 11:05:21 p.m. | Comodidad                 | 20.759        | 19.753        | Demasia                     | 65.69          | 69.48          |
| T. Media      |                           | <b>20.545</b> | <b>19.452</b> | H. R. Media                 | <b>66.59</b>   | <b>71.03</b>   |

**FUENTE:** Hobo N° 1 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.3.5 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

El gráfico N° 14 de las zonas de comodidad constante del día típico presenta una temperatura neutral de 22.30°C, con límite superior de +2.50°C y un límite inferior de -2.50°C. Presenta 22 horas de comodidad, 0 de demasía y 2 de pérdida de temperatura a las 08:00 y 09:00 a.m.

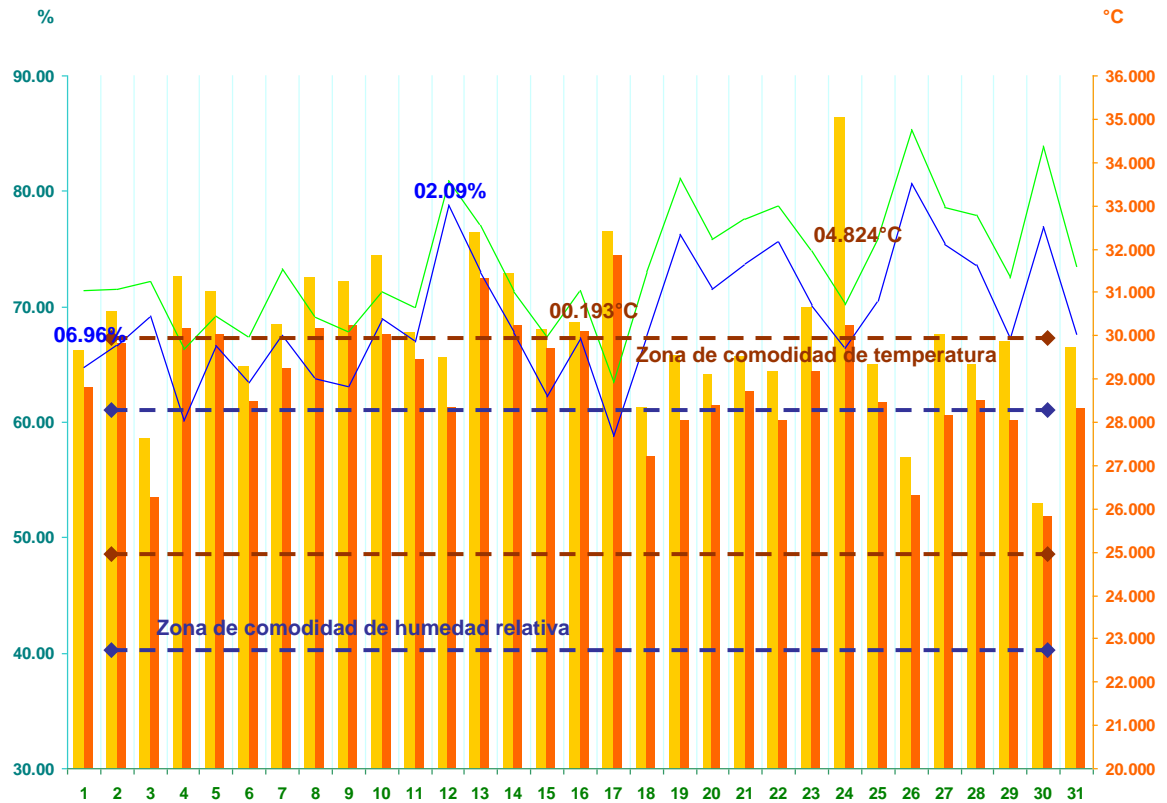
La oscilación de temperatura interior es de 1.70°C y la exterior de 2.00°C. Su ampliación mínima de temperatura es de 0.70°C y la máxima de 1.30°C, marcados en la tabla N° 2.

La humedad relativa de comodidad es de 50.0% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 24 horas de demasía, con una oscilación interior de 7.60% y exterior de 6.20%, la ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 3.1% y la máxima es de 5.90%.

La temperatura media interior es de 20.50°C, la exterior de 19.50°C, la humedad relativa media interior es de 66.60%, y la exterior es de 71.00% como se expresan en la tabla N° 2.

### 4.3.6 Análisis higrotérmico de la sala en agosto, 2014

Gráfico N° 15  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Vivienda tradicional N° 1 en la sala agosto de 2014



FUENTE: Hobo N° 1 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

|                                       |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 27.355°C                  |
| Límite superior                       | 29.855°C                  |
| Límite inferior                       | 24.855°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 14                        |
| Días demasía de temperatura           | 17                        |
| Días pérdida de temperatura           | 0                         |
| Ampliación mínima de temperatura      | 00.193°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 04.824°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 1                         |
| Días demasía de humedad relativa      | 30                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 0                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 02.09%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 06.96%                    |

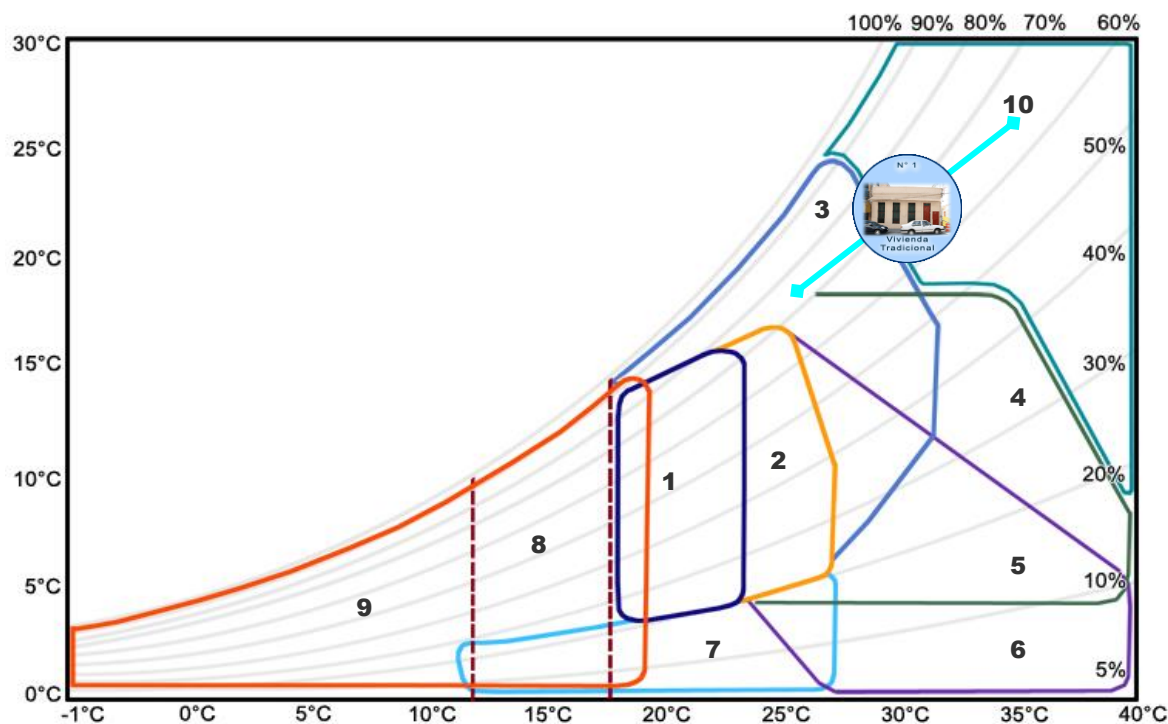


Tabla N° 3  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda tradicional N° 1 en la sala agosto de 2014**  
**Zonas de comodidad constante**

| Días     | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|----------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| 1        | Comodidad                 | 29.662         | 28.808         | Demasia                     | 64.76            | 71.45            |
| 2        | Demasia                   | 30.551         | 29.803         | Demasia                     | 66.65            | 71.53            |
| 3        | Comodidad                 | 27.617         | 26.268         | Demasia                     | 69.16            | 72.16            |
| 4        | Demasia                   | 31.366         | 30.143         | Demasia                     | 60.06            | 66.35            |
| 5        | Demasia                   | 31.023         | 30.013         | Demasia                     | 66.65            | 69.16            |
| 6        | Comodidad                 | 29.273         | 28.485         | Demasia                     | 63.48            | 67.39            |
| 7        | Demasia                   | 30.252         | 29.227         | Demasia                     | 67.53            | 73.28            |
| 8        | Demasia                   | 31.350         | 30.147         | Demasia                     | 63.81            | 69.09            |
| 9        | Demasia                   | 31.241         | 30.201         | Demasia                     | 63.09            | 67.87            |
| 10       | Demasia                   | 31.851         | 29.997         | Demasia                     | 68.98            | 71.31            |
| 11       | Demasia                   | 30.054         | 29.436         | Demasia                     | 66.93            | 70.00            |
| 12       | Comodidad                 | 29.466         | 28.324         | Demasia                     | 78.83            | 80.91            |
| 13       | Demasia                   | 32.382         | 31.316         | Demasia                     | 72.94            | 77.05            |
| 14       | Demasia                   | 31.427         | 30.219         | Demasia                     | 67.73            | 71.31            |
| 15       | Demasia                   | 30.130         | 29.687         | Demasia                     | 62.22            | 67.41            |
| 16       | Demasia                   | 30.298         | 30.105         | Demasia                     | 67.35            | 71.37            |
| 17       | Demasia                   | 32.412         | 31.851         | Comodidad                   | 58.83            | 63.46            |
| 18       | Comodidad                 | 28.333         | 27.210         | Demasia                     | 67.53            | 73.09            |
| 19       | Comodidad                 | 29.546         | 28.025         | Demasia                     | 76.27            | 81.10            |
| 20       | Comodidad                 | 29.088         | 28.378         | Demasia                     | 71.53            | 75.85            |
| 21       | Comodidad                 | 29.520         | 28.703         | Demasia                     | 73.76            | 77.61            |
| 22       | Comodidad                 | 29.147         | 28.025         | Demasia                     | 75.61            | 78.69            |
| 23       | Demasia                   | 30.615         | 29.155         | Demasia                     | 70.03            | 74.87            |
| 24       | Demasia                   | <b>35.029</b>  | 30.205         | Demasia                     | <b>66.41</b>     | 70.15            |
| 25       | Comodidad                 | 29.332         | 28.445         | Demasia                     | 70.52            | 76.09            |
| 26       | Comodidad                 | 27.161         | 26.279         | Demasia                     | 80.66            | 85.39            |
| 27       | Demasia                   | 30.004         | 28.135         | Demasia                     | 75.38            | 78.60            |
| 28       | Comodidad                 | 29.315         | 28.512         | Demasia                     | 73.66            | 77.95            |
| 29       | Demasia                   | 29.861         | 28.028         | Demasia                     | 67.18            | 72.46            |
| 30       | Demasia                   | <b>26.123</b>  | 25.801         | Demasia                     | <b>76.93</b>     | 83.91            |
| 31       | Comodidad                 | 29.721         | 28.283         | Demasia                     | 67.52            | 73.35            |
| T. Media |                           | <b>30.102</b>  | <b>28.942</b>  | H. R. Media                 | <b>69.10</b>     | <b>73.56</b>     |

**FUENTE:** Hobo N° 1 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

Gráfico N° 16  
Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para agosto de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

#### Variables

Vivienda

Área

Agosto y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 26.123°C – 76.93%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

#### Temperatura y humedad relativa interior

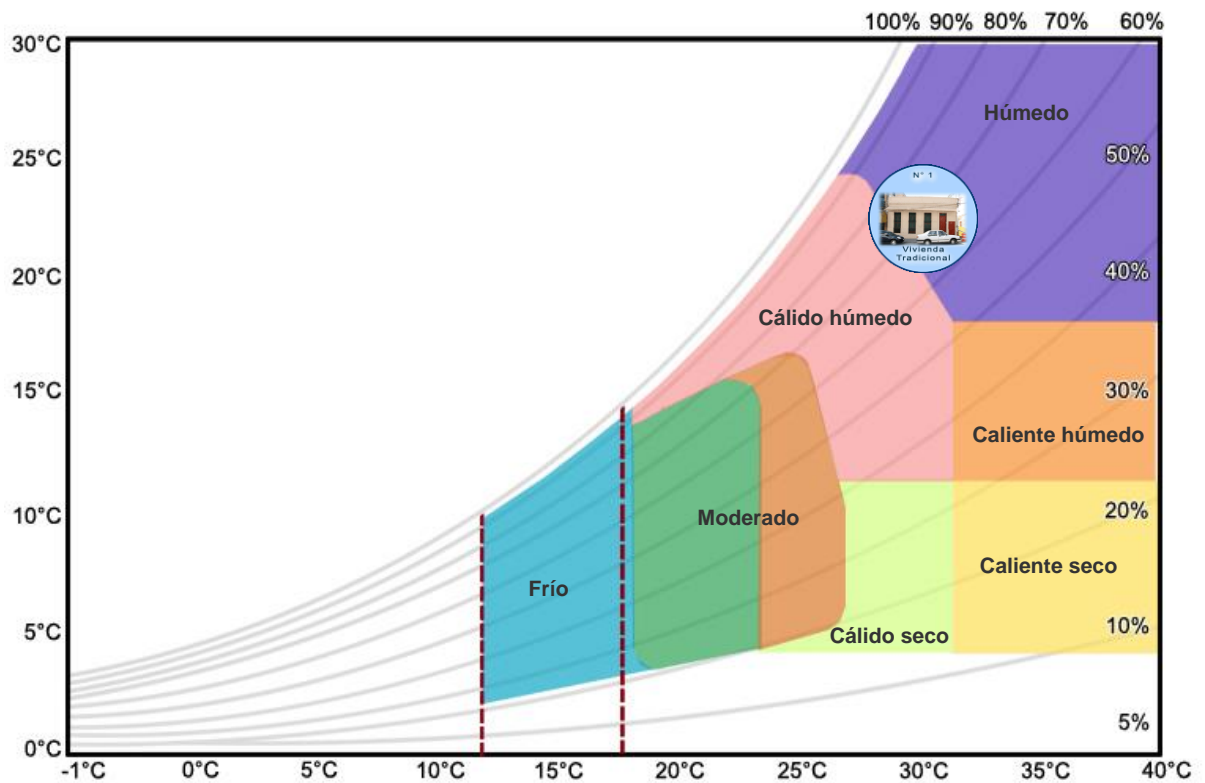
Tradicional N° 1

Sala

T. Máxima con su correspondiente H. R. = 35.029°C – 66.41%

|  |    |
|--|----|
|  | 1  |
|  | 2  |
|  | 3  |
|  | 4  |
|  | 5  |
|  | 6  |
|  | 7  |
|  | 8  |
|  | 9  |
|  | 10 |

Gráfico N° 17  
Clasificación higrotérmica agosto de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Variables

Vivienda

Área

Agosto

Clasificación climática

Moderado

Cálido Húmedo

Húmedo

Caliente húmedo

Caliente seco

Cálido seco

Frío

Temperatura y humedad relativa interior

Tradicional N° 1

Sala

Húmedo

#### 4.3.7 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 15 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 27.40°C con un límite superior de 29.90°C y un límite inferior de 24.90°C. Presenta un total de 14 días de comodidad, 17 de demasía, y ningún día de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 0.20°C, y la máxima es de 4.80°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 1 día de comodidad, 30 de demasía y ningún día de pérdida de humedad relativa. La ampliación térmica mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 2.10%, y la máxima es de 7.00%.

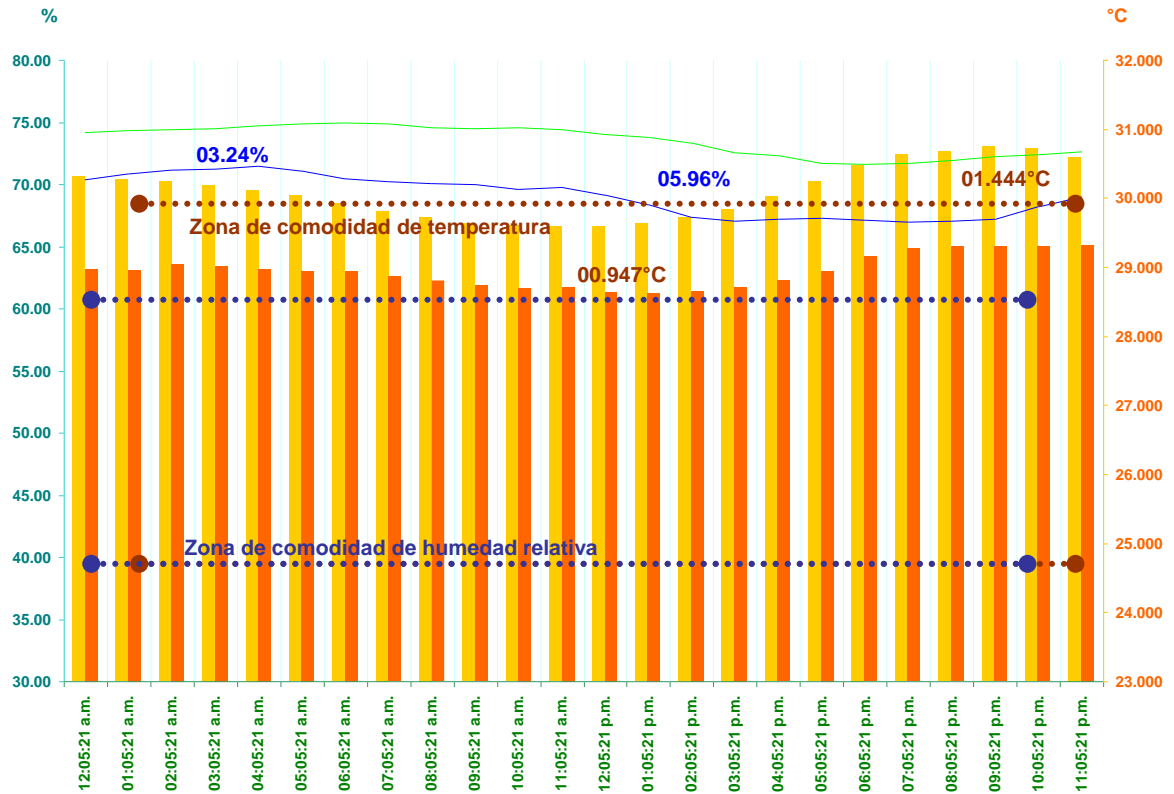
La temperatura media es de 30.10°C al interior, al exterior es de 28.90°C, y la humedad relativa media interior es de 69.10% y al exterior es de 73.60%, según tabla N° 3.

Las recomendaciones emanadas de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior del gráfico N° 16 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 3, son las siguientes: Requiere ventilación cruzada y demanda deshumidificación.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 17 de Lechner (2001), es un espacio húmedo.

### 4.3.8 Análisis higrotérmico del día típico de la sala en agosto, 2014

Gráfico N° 18  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Día típico de la vivienda tradicional N° 1 en la sala agosto de 2014



FUENTE: Hobo N° 1 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                    | Humedad relativa interior |
|---|---------------------------|
| Temperatura Exterior                    | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                     | 27.355°C                  |
| Límite superior                         | 29.855°C                  |
| Límite inferior                         | 24.855°C                  |
| Horas comodidad de temperatura          | 9                         |
| Horas demasía de temperatura            | 15                        |
| Horas pérdida de temperatura            | 0                         |
| Oscilación de temperatura interior      | 01.157°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior      | 00.697°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura        | 00.947°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura        | 01.444°C                  |
| Humedad relativa neutral                | 50.00%                    |
| Límite superior                         | 60.00%                    |
| Límite inferior                         | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa     | 0                         |
| Horas demasía de humedad relativa       | 24                        |
| Horas pérdida de humedad relativa       | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior | 04.52%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior | 03.31%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa   | 03.24%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa   | 05.96%                    |

Tabla N° 4  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico de la vivienda tradicional N° 1 en la sala agosto de 2014**  
**Zonas de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior          | T. Exterior   | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior | H. R. Exterior |
|---------------|---------------------------|----------------------|---------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| 12:05:21 a.m. | Demasia                   | 30.311               | 28.968        | Demasia                     | 70.39          | 74.22          |
| 01:05:21 a.m. | Demasia                   | 30.268               | 28.962        | Demasia                     | 70.89          | 74.33          |
| 02:05:21 a.m. | Demasia                   | 30.237               | 29.046        | Demasia                     | 71.14          | 74.44          |
| 03:05:21 a.m. | Demasia                   | 30.191               | 29.017        | Demasia                     | <u>71.26</u>   | <u>74.50</u>   |
| 04:05:21 a.m. | Demasia                   | 30.116               | 28.976        | Demasia                     | <b>71.47</b>   | 74.74          |
| 05:05:21 a.m. | Demasia                   | 30.029               | 28.947        | Demasia                     | 71.07          | 74.89          |
| 06:05:21 a.m. | Demasia                   | 29.926               | 28.941        | Demasia                     | 70.49          | <b>74.94</b>   |
| 07:05:21 a.m. | Comodidad                 | 29.809               | 28.861        | Demasia                     | 70.25          | 74.85          |
| 08:05:21 a.m. | Comodidad                 | 29.732               | 28.806        | Demasia                     | 70.06          | 74.59          |
| 09:05:21 a.m. | Comodidad                 | 29.631               | 28.739        | Demasia                     | 69.96          | 74.47          |
| 10:05:21 a.m. | Comodidad                 | 29.596               | 28.687        | Demasia                     | 69.64          | 74.54          |
| 11:05:21 a.m. | Comodidad                 | 29.588               | 28.706        | Demasia                     | 69.75          | 74.41          |
| 12:05:21 p.m. | Comodidad                 | <u><b>29.582</b></u> | <u>28.635</u> | Demasia                     | 69.14          | 74.06          |
| 01:05:21 p.m. | Comodidad                 | 29.628               | <b>28.621</b> | Demasia                     | 68.38          | 73.78          |
| 02:05:21 p.m. | Comodidad                 | 29.720               | 28.647        | Demasia                     | <u>67.34</u>   | <u>73.30</u>   |
| 03:05:21 p.m. | Comodidad                 | 29.832               | 28.700        | Demasia                     | 67.09          | 72.54          |
| 04:05:21 p.m. | Demasia                   | 30.016               | 28.799        | Demasia                     | 67.20          | 72.33          |
| 05:05:21 p.m. | Demasia                   | 30.244               | 28.944        | Demasia                     | 67.28          | 71.74          |
| 06:05:21 p.m. | Demasia                   | 30.475               | 29.147        | Demasia                     | 67.13          | <b>71.63</b>   |
| 07:05:21 p.m. | Demasia                   | 30.639               | 29.263        | Demasia                     | <b>66.95</b>   | 71.73          |
| 08:05:21 p.m. | Demasia                   | 30.676               | 29.298        | Demasia                     | 67.03          | 71.97          |
| 09:05:21 p.m. | Demasia                   | <u><b>30.739</b></u> | <u>29.295</u> | Demasia                     | 67.23          | 72.24          |
| 10:05:21 p.m. | Demasia                   | 30.720               | 29.298        | Demasia                     | 68.22          | 72.43          |
| 11:05:21 p.m. | Demasia                   | 30.584               | <b>29.318</b> | Demasia                     | 68.98          | 72.66          |
| T. Media      |                           | <b>30.095</b>        | <b>28.943</b> | H. R. Media                 | <b>69.10</b>   | <b>73.56</b>   |

**FUENTE:** Hobo N° 1 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.3.9 Interpretación de gráficos higrotérmicos

El gráfico N° 18 de las zonas de comodidad constante del día típico presenta una temperatura neutral de 27.40°C, con límite superior de +2.50°C y un límite inferior de -2.50°C. Presenta 9 horas de comodidad de las 07:05 a.m. a las 03:05 p.m., el resto son 15 días de demasía y ninguno de pérdida de temperatura.

La oscilación de temperatura interior es de 1.20°C y la exterior de 0.70°C. Su ampliación mínima de temperatura es de 1.00°C y la máxima de 1.40°C, marcados en la tabla N° 4.

La humedad relativa de comodidad es de 50.00% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 24 horas de demasía de humedad relativa, con una oscilación interior de 4.50% y exterior de 3.30%, la ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 3.20% y la máxima es de 6.00%.

La temperatura media interior es de 30.10°C, la exterior de 28.90°C, la humedad relativa media interior es de 66.10%, y la exterior es de 73.60% como se expresan en la tabla N° 4.



### 4.3.10 Análisis de los valores de temperatura y humedad media según hora-mes en la sala

Tabla N° 5  
Vivienda tradicional N° 1 en la sala en 2014  
Temperatura media según hora-mes

| Hora / Mes<br>T. Int. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 20.6 | 24.1 | 24.4 | 26.9 | 29.9 | 29.6 | 29.0 | 30.3 | 28.1 | 27.9 | 25.6 | 23.7 | 26.7  |
| 01:05:21 a.m.            | 20.6 | 24.0 | 24.5 | 26.8 | 29.8 | 29.6 | 29.0 | 30.3 | 28.0 | 27.9 | 25.5 | 23.6 | 26.6  |
| 02:05:21 a.m.            | 20.6 | 23.9 | 24.3 | 26.7 | 29.8 | 29.6 | 29.0 | 30.2 | 28.0 | 27.8 | 25.4 | 23.6 | 26.6  |
| 03:05:21 a.m.            | 20.4 | 23.8 | 24.2 | 26.7 | 29.8 | 29.5 | 29.0 | 30.2 | 27.9 | 27.8 | 25.4 | 23.5 | 26.5  |
| 04:05:21 a.m.            | 20.3 | 23.6 | 24.1 | 26.5 | 29.7 | 29.5 | 28.9 | 30.1 | 27.8 | 27.7 | 25.3 | 23.5 | 26.4  |
| 05:05:21 a.m.            | 20.1 | 23.5 | 24.0 | 26.3 | 29.6 | 29.4 | 28.8 | 30.0 | 27.7 | 27.6 | 25.2 | 23.4 | 26.3  |
| 06:05:21 a.m.            | 20.0 | 23.5 | 24.0 | 26.2 | 29.5 | 29.4 | 28.8 | 29.9 | 27.6 | 27.4 | 25.1 | 23.3 | 26.2  |
| 07:05:21 a.m.            | 19.9 | 23.4 | 23.8 | 26.1 | 29.4 | 29.3 | 28.7 | 29.8 | 27.6 | 27.3 | 25.0 | 23.3 | 26.1  |
| 08:05:21 a.m.            | 19.8 | 23.3 | 23.7 | 26.1 | 29.2 | 29.2 | 28.6 | 29.7 | 27.5 | 27.1 | 24.9 | 23.2 | 26.0  |
| 09:05:21 a.m.            | 19.7 | 23.3 | 23.6 | 25.9 | 29.1 | 29.1 | 28.5 | 29.6 | 27.3 | 26.5 | 24.5 | 23.1 | 25.8  |
| 10:05:21 a.m.            | 19.8 | 23.6 | 23.7 | 26.4 | 29.1 | 29.1 | 28.5 | 29.6 | 27.3 | 26.6 | 24.3 | 22.7 | 25.9  |
| 11:05:21 a.m.            | 19.9 | 23.4 | 23.8 | 26.3 | 29.2 | 29.1 | 28.6 | 29.6 | 27.4 | 26.9 | 24.5 | 22.8 | 26.0  |
| 12:05:21 p.m.            | 20.1 | 23.4 | 24.0 | 26.3 | 29.2 | 29.2 | 28.5 | 29.6 | 27.6 | 27.1 | 24.8 | 22.9 | 26.1  |
| 01:05:21 p.m.            | 20.4 | 23.5 | 24.2 | 26.5 | 29.3 | 29.2 | 28.5 | 29.6 | 27.5 | 27.3 | 25.0 | 23.1 | 26.2  |
| 02:05:21 p.m.            | 20.7 | 23.7 | 24.4 | 26.6 | 29.4 | 29.2 | 28.5 | 29.7 | 27.6 | 27.5 | 25.2 | 23.3 | 26.3  |
| 03:05:21 p.m.            | 21.1 | 24.0 | 24.7 | 26.7 | 29.5 | 29.3 | 28.6 | 29.8 | 27.7 | 27.7 | 25.4 | 23.5 | 26.5  |
| 04:05:21 p.m.            | 21.0 | 24.1 | 24.9 | 26.9 | 29.7 | 29.4 | 28.6 | 30.0 | 27.9 | 27.8 | 25.4 | 23.6 | 26.6  |
| 05:05:21 p.m.            | 21.2 | 24.3 | 25.0 | 27.0 | 29.8 | 29.6 | 28.7 | 30.2 | 28.1 | 27.8 | 25.4 | 23.6 | 26.7  |
| 06:05:21 p.m.            | 21.3 | 24.4 | 25.2 | 27.0 | 30.0 | 29.8 | 28.8 | 30.5 | 28.4 | 27.8 | 25.4 | 23.7 | 26.8  |
| 07:05:21 p.m.            | 21.4 | 24.4 | 25.2 | 27.1 | 30.1 | 30.0 | 29.0 | 30.6 | 28.5 | 27.8 | 25.3 | 23.6 | 26.9  |
| 08:05:21 p.m.            | 21.3 | 24.5 | 25.1 | 27.3 | 30.1 | 30.0 | 29.0 | 30.7 | 28.6 | 27.8 | 25.4 | 23.6 | 26.9  |
| 09:05:21 p.m.            | 21.2 | 24.7 | 25.1 | 27.4 | 30.0 | 30.0 | 29.0 | 30.7 | 28.3 | 27.8 | 25.4 | 23.7 | 27.0  |
| 10:05:21 p.m.            | 21.0 | 24.4 | 25.0 | 27.4 | 30.0 | 30.0 | 29.1 | 30.7 | 28.4 | 27.8 | 25.4 | 23.8 | 26.9  |
| 11:05:21 p.m.            | 20.8 | 24.2 | 24.9 | 27.2 | 29.9 | 30.0 | 29.1 | 30.6 | 28.4 | 27.8 | 25.5 | 23.8 | 26.8  |
| Media                    | 20.5 | 23.9 | 24.4 | 26.7 | 29.6 | 29.5 | 28.8 | 30.1 | 27.9 | 27.5 | 25.2 | 23.4 |       |

| Hora / Mes<br>T. Ext. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 19.3 | 22.3 | 23.4 | 25.4 | 28.9 | 28.5 | 27.9 | 29.0 | 27.2 | 25.5 | 23.2 | 20.8 | 25.1  |
| 01:05:21 a.m.            | 19.4 | 22.2 | 23.3 | 25.4 | 28.8 | 28.4 | 27.8 | 29.0 | 27.1 | 25.4 | 23.2 | 20.7 | 25.1  |
| 02:05:21 a.m.            | 19.3 | 22.2 | 23.3 | 25.4 | 28.7 | 28.5 | 27.7 | 29.0 | 27.0 | 25.4 | 23.2 | 20.7 | 25.0  |
| 03:05:21 a.m.            | 19.1 | 22.0 | 23.1 | 25.4 | 28.6 | 28.4 | 27.6 | 29.0 | 26.9 | 25.2 | 23.1 | 20.5 | 24.9  |
| 04:05:21 a.m.            | 19.1 | 21.9 | 23.0 | 25.2 | 28.4 | 28.3 | 27.5 | 29.0 | 26.9 | 25.1 | 23.0 | 20.4 | 24.8  |
| 05:05:21 a.m.            | 19.0 | 21.7 | 22.7 | 25.1 | 28.3 | 28.2 | 27.4 | 28.9 | 26.8 | 25.0 | 22.7 | 20.2 | 24.7  |
| 06:05:21 a.m.            | 18.8 | 21.7 | 22.6 | 25.0 | 28.1 | 28.2 | 27.3 | 28.9 | 26.7 | 24.9 | 22.6 | 20.1 | 24.6  |
| 07:05:21 a.m.            | 18.6 | 21.9 | 22.6 | 24.9 | 28.0 | 28.1 | 27.1 | 28.9 | 26.6 | 24.9 | 22.6 | 20.1 | 24.5  |
| 08:05:21 a.m.            | 18.5 | 21.8 | 22.5 | 24.7 | 27.8 | 27.8 | 27.0 | 28.8 | 26.5 | 24.8 | 22.5 | 20.0 | 24.4  |
| 09:05:21 a.m.            | 18.4 | 21.9 | 22.5 | 24.7 | 27.7 | 27.8 | 26.9 | 28.7 | 26.4 | 24.8 | 22.4 | 19.9 | 24.3  |
| 10:05:21 a.m.            | 18.6 | 22.0 | 22.5 | 24.8 | 27.7 | 28.1 | 27.2 | 28.7 | 26.4 | 24.8 | 22.5 | 19.9 | 24.4  |
| 11:05:21 a.m.            | 18.8 | 22.2 | 22.5 | 25.0 | 27.8 | 28.1 | 27.2 | 28.7 | 26.5 | 24.9 | 22.5 | 20.0 | 24.5  |
| 12:05:21 p.m.            | 19.0 | 22.5 | 22.8 | 25.3 | 27.9 | 28.1 | 27.3 | 28.6 | 26.5 | 25.2 | 22.6 | 20.2 | 24.7  |
| 01:05:21 p.m.            | 19.3 | 22.8 | 23.1 | 25.6 | 28.1 | 28.2 | 27.4 | 28.6 | 26.6 | 25.2 | 22.9 | 20.5 | 24.9  |
| 02:05:21 p.m.            | 19.6 | 23.1 | 23.5 | 26.0 | 28.4 | 28.4 | 27.6 | 28.6 | 26.7 | 25.5 | 23.1 | 20.8 | 25.1  |
| 03:05:21 p.m.            | 20.0 | 23.5 | 23.9 | 26.4 | 28.7 | 28.5 | 27.9 | 28.7 | 26.8 | 25.7 | 23.4 | 21.2 | 25.4  |
| 04:05:21 p.m.            | 20.3 | 23.8 | 24.0 | 26.7 | 29.0 | 28.6 | 28.1 | 28.8 | 27.0 | 26.0 | 23.5 | 21.6 | 25.6  |
| 05:05:21 p.m.            | 20.4 | 24.0 | 24.1 | 26.9 | 29.3 | 28.7 | 28.4 | 28.9 | 27.2 | 26.2 | 23.6 | 21.9 | 25.8  |
| 06:05:21 p.m.            | 20.5 | 23.8 | 24.2 | 26.4 | 29.6 | 28.6 | 28.5 | 29.1 | 27.3 | 26.2 | 23.8 | 22.0 | 25.8  |
| 07:05:21 p.m.            | 20.4 | 23.9 | 24.3 | 26.7 | 29.8 | 28.6 | 28.8 | 29.3 | 27.4 | 26.5 | 23.9 | 22.0 | 26.0  |
| 08:05:21 p.m.            | 20.3 | 24.2 | 24.1 | 26.8 | 29.7 | 28.7 | 28.8 | 29.3 | 27.4 | 26.5 | 23.8 | 22.1 | 26.0  |
| 09:05:21 p.m.            | 20.2 | 24.1 | 23.8 | 26.3 | 29.6 | 28.7 | 28.6 | 29.3 | 27.5 | 26.0 | 23.8 | 22.2 | 25.8  |
| 10:05:21 p.m.            | 19.9 | 23.6 | 23.5 | 26.1 | 29.5 | 28.7 | 28.5 | 29.3 | 27.5 | 25.8 | 23.5 | 21.5 | 25.6  |
| 11:05:21 p.m.            | 19.8 | 23.4 | 23.2 | 25.6 | 29.4 | 28.7 | 28.2 | 29.3 | 27.5 | 25.6 | 23.3 | 21.3 | 25.4  |
| Media                    | 19.5 | 22.8 | 23.3 | 25.7 | 28.7 | 28.4 | 27.8 | 28.9 | 26.9 | 25.5 | 23.1 | 20.9 |       |

FUENTE: Hobo N° 1 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

Tabla N° 6  
**Vivienda tradicional N° 1 en la sala en 2014**  
**Humedad relativa media según hora-mes**

| Hora / Mes<br>H. R. Int. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 66.7 | 67.1 | 63.0 | 67.9 | 70.3 | 68.0 | 71.9 | 70.4 | 69.9 | 70.7 | 72.4 | 75.5 | 69.5  |
| 01:05:21 a.m.              | 67.2 | 67.4 | 63.4 | 68.2 | 70.7 | 68.4 | 72.2 | 70.9 | 70.4 | 70.9 | 72.5 | 75.6 | 69.8  |
| 02:05:21 a.m.              | 67.6 | 67.7 | 63.5 | 68.4 | 71.0 | 69.0 | 72.5 | 71.1 | 71.2 | 71.6 | 72.7 | 75.7 | 70.2  |
| 03:05:21 a.m.              | 68.2 | 67.9 | 63.8 | 68.2 | 71.2 | 69.0 | 72.7 | 71.3 | 71.5 | 72.3 | 72.9 | 75.8 | 70.4  |
| 04:05:21 a.m.              | 68.7 | 68.3 | 63.9 | 68.1 | 71.5 | 69.2 | 73.0 | 71.5 | 71.7 | 72.6 | 73.3 | 75.5 | 70.6  |
| 05:05:21 a.m.              | 68.9 | 68.6 | 63.9 | 68.0 | 71.1 | 69.4 | 73.0 | 71.1 | 71.9 | 73.1 | 73.6 | 75.1 | 70.7  |
| 06:05:21 a.m.              | 69.0 | 68.8 | 64.0 | 67.7 | 71.2 | 69.7 | 73.1 | 70.5 | 72.2 | 73.6 | 73.8 | 75.0 | 70.7  |
| 07:05:21 a.m.              | 69.1 | 69.0 | 63.7 | 67.4 | 70.7 | 69.8 | 73.1 | 70.2 | 72.3 | 73.7 | 73.8 | 75.0 | 70.7  |
| 08:05:21 a.m.              | 69.3 | 69.1 | 64.0 | 67.3 | 70.7 | 69.9 | 73.1 | 70.1 | 72.5 | 73.8 | 73.5 | 74.9 | 70.7  |
| 09:05:21 a.m.              | 69.5 | 69.3 | 64.0 | 67.3 | 70.6 | 70.0 | 72.9 | 70.0 | 73.0 | 75.5 | 73.9 | 74.4 | 70.9  |
| 10:05:21 a.m.              | 69.7 | 69.8 | 64.1 | 67.3 | 70.7 | 69.9 | 73.0 | 69.6 | 72.4 | 74.8 | 74.8 | 74.9 | 70.9  |
| 11:05:21 a.m.              | 69.7 | 69.8 | 64.1 | 66.8 | 70.4 | 69.6 | 72.9 | 69.8 | 71.2 | 72.9 | 73.1 | 74.8 | 70.4  |
| 12:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.3 | 63.4 | 66.7 | 70.4 | 69.1 | 72.7 | 69.1 | 70.3 | 71.2 | 71.3 | 74.5 | 69.7  |
| 01:05:21 p.m.              | 67.1 | 69.0 | 62.9 | 65.7 | 69.6 | 68.3 | 72.4 | 68.4 | 69.1 | 69.4 | 69.1 | 73.7 | 68.7  |
| 02:05:21 p.m.              | 65.5 | 68.8 | 62.1 | 64.7 | 68.7 | 68.0 | 71.8 | 67.3 | 68.5 | 68.0 | 67.5 | 72.9 | 67.8  |
| 03:05:21 p.m.              | 64.2 | 68.5 | 61.8 | 64.3 | 67.9 | 67.8 | 71.2 | 67.1 | 67.7 | 66.9 | 67.1 | 72.3 | 67.2  |
| 04:05:21 p.m.              | 62.9 | 68.0 | 61.3 | 63.9 | 67.6 | 67.4 | 70.8 | 67.2 | 67.6 | 65.9 | 67.3 | 72.1 | 66.8  |
| 05:05:21 p.m.              | 62.2 | 67.8 | 60.9 | 63.9 | 67.6 | 67.5 | 70.2 | 67.3 | 67.4 | 66.1 | 67.8 | 72.4 | 66.8  |
| 06:05:21 p.m.              | 62.3 | 67.6 | 61.6 | 63.9 | 67.7 | 67.1 | 70.4 | 67.1 | 67.3 | 67.8 | 68.7 | 73.2 | 67.1  |
| 07:05:21 p.m.              | 62.7 | 67.8 | 62.0 | 63.9 | 67.3 | 66.7 | 70.2 | 66.9 | 67.6 | 69.3 | 69.8 | 74.2 | 67.4  |
| 08:05:21 p.m.              | 63.8 | 67.7 | 62.5 | 64.3 | 67.0 | 66.8 | 69.9 | 67.0 | 67.6 | 70.5 | 70.3 | 75.1 | 67.7  |
| 09:05:21 p.m.              | 64.6 | 68.0 | 62.8 | 64.6 | 67.3 | 67.3 | 69.8 | 67.2 | 68.3 | 70.5 | 71.2 | 75.7 | 68.1  |
| 10:05:21 p.m.              | 65.6 | 68.3 | 63.3 | 65.4 | 67.9 | 67.7 | 70.7 | 68.2 | 68.9 | 70.9 | 71.4 | 76.4 | 68.7  |
| 11:05:21 p.m.              | 65.7 | 68.8 | 63.2 | 66.1 | 68.2 | 68.2 | 71.0 | 69.0 | 69.2 | 71.0 | 71.8 | 76.8 | 69.1  |
| Media                      | 66.6 | 68.4 | 63.1 | 66.3 | 69.5 | 68.5 | 71.9 | 69.1 | 70.0 | 71.0 | 71.4 | 74.6 |       |

| Hora / Mes<br>H. R. Ext. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 70.5 | 73.2 | 67.4 | 71.2 | 72.2 | 72.1 | 73.3 | 74.2 | 72.3 | 74.2 | 77.0 | 81.6 | 73.3  |
| 01:05:21 a.m.              | 71.6 | 73.6 | 67.5 | 71.3 | 72.5 | 72.4 | 74.0 | 74.3 | 72.7 | 74.6 | 77.2 | 81.7 | 73.6  |
| 02:05:21 a.m.              | 72.2 | 74.2 | 68.7 | 71.4 | 72.7 | 72.4 | 75.4 | 74.4 | 73.0 | 75.0 | 77.1 | 81.8 | 74.0  |
| 03:05:21 a.m.              | 72.6 | 74.9 | 69.4 | 71.5 | 72.9 | 72.5 | 76.3 | 74.5 | 73.2 | 75.2 | 77.3 | 81.8 | 74.3  |
| 04:05:21 a.m.              | 73.2 | 75.0 | 69.5 | 71.2 | 73.1 | 72.6 | 76.5 | 74.7 | 73.5 | 75.5 | 77.4 | 82.2 | 74.6  |
| 05:05:21 a.m.              | 73.3 | 75.0 | 69.7 | 70.8 | 73.1 | 72.9 | 76.8 | 74.9 | 73.7 | 75.5 | 77.6 | 82.5 | 74.6  |
| 06:05:21 a.m.              | 73.6 | 75.1 | 69.7 | 70.8 | 73.3 | 73.2 | 77.2 | 74.9 | 73.6 | 75.4 | 77.8 | 82.8 | 74.8  |
| 07:05:21 a.m.              | 73.7 | 74.7 | 69.9 | 70.6 | 73.3 | 73.4 | 77.1 | 74.9 | 73.7 | 75.5 | 77.7 | 82.9 | 74.8  |
| 08:05:21 a.m.              | 73.7 | 75.0 | 70.9 | 70.3 | 73.7 | 73.5 | 77.9 | 74.6 | 73.7 | 75.6 | 77.9 | 83.0 | 75.0  |
| 09:05:21 a.m.              | 73.5 | 75.0 | 71.1 | 70.6 | 74.0 | 73.9 | 77.9 | 74.5 | 73.4 | 75.8 | 78.0 | 83.0 | 75.1  |
| 10:05:21 a.m.              | 73.6 | 75.2 | 70.9 | 70.8 | 74.2 | 73.6 | 77.7 | 74.5 | 73.3 | 76.0 | 78.0 | 83.3 | 75.1  |
| 11:05:21 a.m.              | 73.2 | 75.0 | 70.0 | 70.7 | 74.1 | 73.2 | 77.2 | 74.4 | 73.0 | 75.9 | 77.8 | 83.1 | 74.8  |
| 12:05:21 p.m.              | 71.9 | 73.7 | 67.6 | 70.4 | 74.1 | 72.5 | 76.1 | 74.1 | 72.7 | 75.4 | 77.3 | 82.4 | 74.0  |
| 01:05:21 p.m.              | 71.3 | 72.3 | 66.9 | 69.6 | 73.8 | 72.1 | 75.1 | 73.8 | 72.7 | 74.9 | 76.7 | 82.1 | 73.4  |
| 02:05:21 p.m.              | 70.6 | 71.5 | 65.7 | 69.5 | 73.3 | 71.3 | 74.0 | 73.3 | 72.1 | 74.6 | 76.4 | 81.5 | 72.8  |
| 03:05:21 p.m.              | 69.5 | 70.6 | 64.2 | 69.2 | 73.0 | 70.8 | 73.0 | 72.5 | 71.9 | 74.5 | 76.4 | 80.6 | 72.2  |
| 04:05:21 p.m.              | 68.5 | 69.9 | 63.3 | 69.0 | 72.5 | 70.4 | 72.8 | 72.3 | 71.9 | 74.2 | 76.1 | 80.1 | 71.7  |
| 05:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.4 | 63.1 | 69.3 | 72.3 | 69.9 | 72.3 | 71.7 | 72.1 | 74.1 | 76.0 | 79.8 | 71.5  |
| 06:05:21 p.m.              | 67.5 | 69.2 | 63.1 | 69.4 | 72.3 | 70.0 | 72.6 | 71.6 | 72.1 | 74.0 | 75.9 | 79.8 | 71.5  |
| 07:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.7 | 63.5 | 69.4 | 72.1 | 70.0 | 73.3 | 71.7 | 72.5 | 74.1 | 75.8 | 80.1 | 71.7  |
| 08:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.9 | 64.3 | 69.5 | 71.9 | 70.2 | 73.0 | 72.0 | 72.8 | 74.2 | 75.8 | 80.2 | 71.8  |
| 09:05:21 p.m.              | 68.5 | 71.0 | 64.0 | 70.0 | 71.9 | 70.7 | 73.4 | 72.2 | 73.3 | 74.6 | 76.0 | 80.4 | 72.2  |
| 10:05:21 p.m.              | 68.6 | 71.8 | 65.4 | 70.3 | 72.0 | 71.2 | 73.9 | 72.4 | 74.0 | 74.9 | 76.2 | 80.7 | 72.6  |
| 11:05:21 p.m.              | 69.5 | 72.7 | 65.8 | 70.5 | 72.3 | 71.6 | 74.1 | 72.7 | 74.3 | 75.0 | 76.3 | 81.1 | 73.0  |
| Media                      | 71.0 | 72.8 | 67.1 | 70.3 | 72.9 | 71.9 | 75.0 | 73.6 | 73.0 | 74.9 | 76.9 | 81.6 |       |

FUENTE: Hobo N° 1 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

### **4.3.11 Interpretación de los valores de temperatura y humedad media según hora-mes de la sala**

#### **4.3.11.1 Temperatura y humedad relativa media interior hora-mes**

En la sala la temperatura más alta se presenta a las 09.05 p.m. con 27.00°C, la más baja con 25.80°C a las 09.05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 20.50°C, y con la más alta es agosto con 30.10°C.

La humedad relativa más alta es de 70.90% y se presenta entre las 09:05 y las 10:05 a.m., asimismo la más baja es de 66.80% entre las 04:05 y 05:05 p.m.

El mes con humedad relativa más baja es marzo con 63.10%, y con la más alta es julio con 71.90%.

#### **4.3.11.2 Temperatura y humedad relativa media exterior hora-mes**

La temperatura más alta es de 26.00°C y se presentan entre las 07:05 y 08:05 p.m. asimismo la más baja con 24.30°C a las 09.05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 19.50°C, y con la más alta es agosto con 28.90°C.

La humedad relativa más alta es de 75.10% y se presenta entre las 09:05 y las 10:05 a.m., asimismo la más baja es de 71.50% entre las 05:05 y 06:05 p.m.

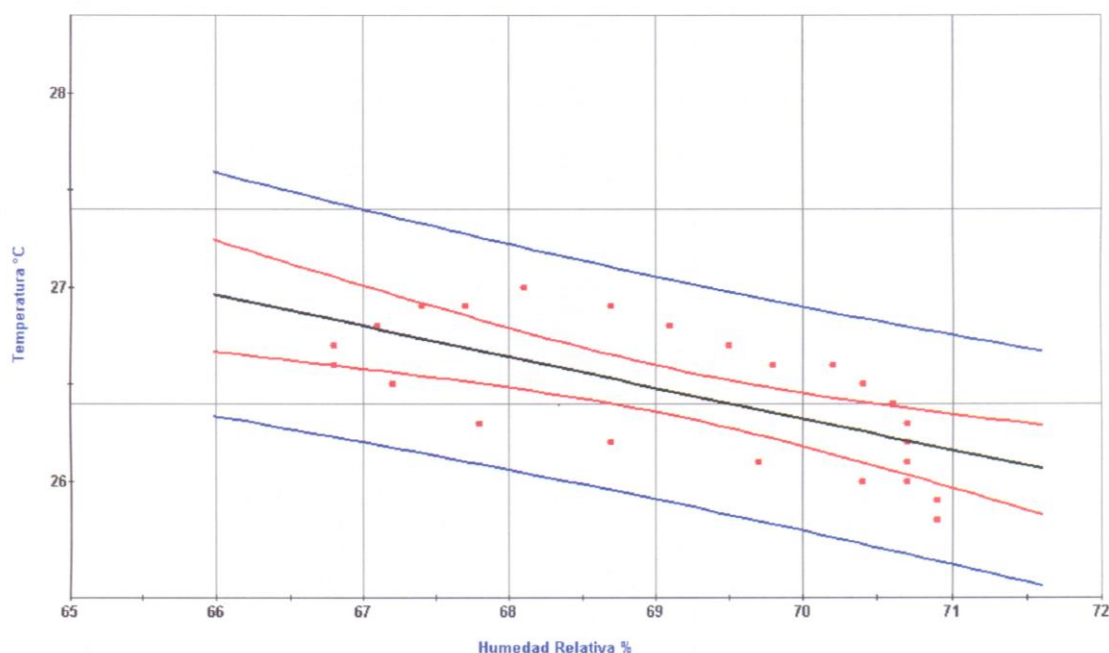
El mes con humedad relativa más baja es marzo con 67.10% y con la más alta es diciembre con 81.60%.

Datos extraídos de las tablas N° 5 y 6.

#### 4.3.12 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media interior según hora-mes de la sala en 2014

Gráfico N° 19

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media interior



**FUENTE:** Software G-STATS STUDENT (2015). Gestiona: Elaboración Propia.

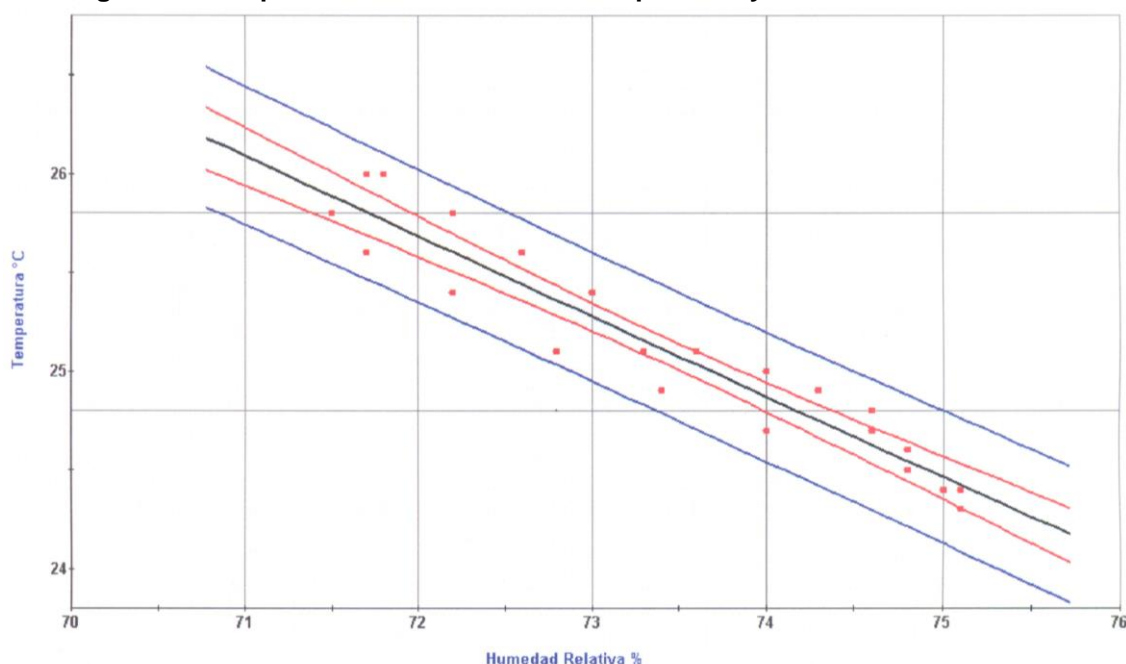
En el gráfico N° 19 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 69.10              | 26.40          |
| Mediana                    | 69.60              | 26.50          |
| Moda                       | 70.70              | 26.60          |
| Media Geométrica           | 69.10              | 26.40          |
| Varianza                   | 2.10               | 0.10           |
| Desviación Típica          | 1.40               | 0.30           |
| Error Estándar de la Media | 0.30               | 0.00           |
| Mínimo                     | 66.80              | 25.80          |
| Máximo                     | 70.90              | 27.00          |

#### 4.3.13 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media exterior según hora-mes en 2014

Gráfico N° 20

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media exterior



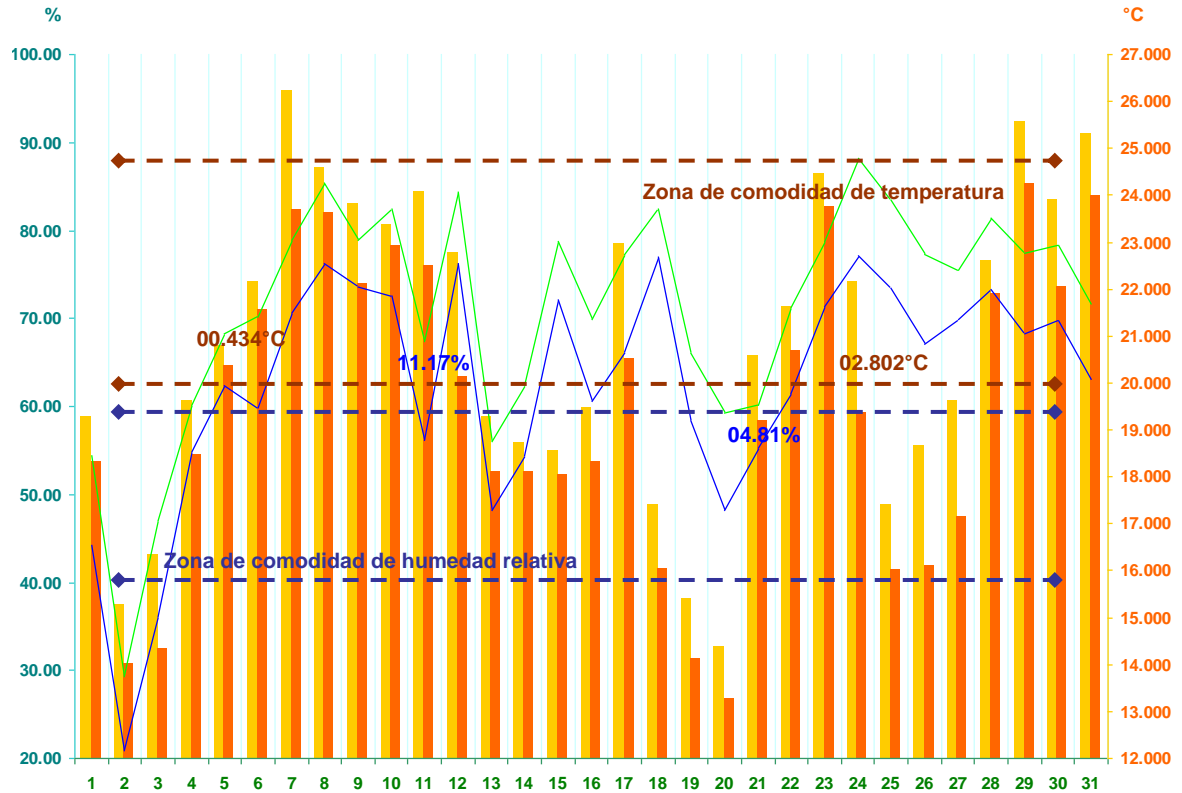
FUENTE: Software G-STATS STUDENT (2015). Gestiona: Elaboración Propia.

En el gráfico N° 20 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 73.40              | 25.10          |
| Mediana                    | 73.50              | 25.00          |
| Moda                       | 74.80              | 25.10          |
| Media Geométrica           | 73.40              | 25.00          |
| Varianza                   | 1.60               | 0.20           |
| Desviación Típica          | 1.20               | 0.50           |
| Error Estándar de la Media | 0.20               | 0.10           |
| Mínimo                     | 71.50              | 24.30          |
| Máximo                     | 75.10              | 26.00          |

#### 4.3.14 Análisis higrotérmico de la recámara en enero, 2014

Gráfico N° 21  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Vivienda tradicional N° 1 en la recámara enero de 2014



FUENTE: Hobo N° 2 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 22.287°C                  |
| Límite superior                       | 24.787°C                  |
| Límite inferior                       | 19.787°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 14                        |
| Días demasía de temperatura           | 3                         |
| Días pérdida de temperatura           | 14                        |
| Ampliación mínima de temperatura      | 00.434°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 02.802°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 9                         |
| Días demasía de humedad relativa      | 20                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 2                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 04.81%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 11.17%                    |

Tabla N° 7  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda tradicional N° 1 en la recámara enero de 2014**  
**Zonas de comodidad constante**

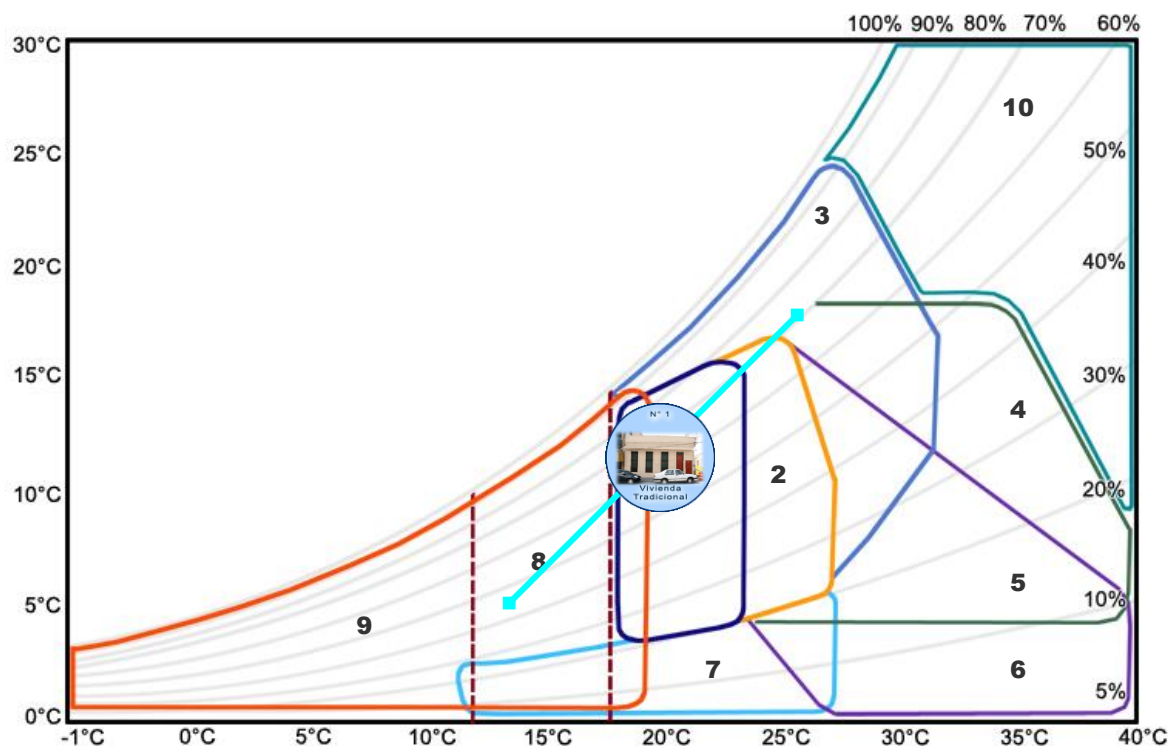
| Días     | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|----------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| 1        | Pérdida                   | 19.285         | 18.320         | Comodidad                   | 44.22            | 54.43            |
| 2        | Pérdida                   | 15.264         | 14.007         | Pérdida                     | 20.85            | 29.35            |
| 3        | Pérdida                   | 16.346         | 14.329         | Pérdida                     | 36.04            | 47.01            |
| 4        | Pérdida                   | 19.619         | 18.474         | Comodidad                   | 54.78            | 60.16            |
| 5        | Comodidad                 | 20.787         | 20.353         | Demasia                     | 62.43            | 68.28            |
| 6        | Comodidad                 | 22.161         | 21.562         | Comodidad                   | 59.88            | 70.26            |
| 7        | Demasia                   | <b>26.232</b>  | 23.692         | Demasia                     | <b>70.58</b>     | 78.84            |
| 8        | Comodidad                 | 24.598         | 23.623         | Demasia                     | 76.22            | 85.39            |
| 9        | Comodidad                 | 23.823         | 22.109         | Demasia                     | 73.59            | 78.95            |
| 10       | Comodidad                 | 23.385         | 22.941         | Demasia                     | 72.55            | 82.45            |
| 11       | Comodidad                 | 24.062         | 22.492         | Comodidad                   | 56.16            | 67.33            |
| 12       | Comodidad                 | 22.757         | 20.150         | Demasia                     | 76.22            | 84.42            |
| 13       | Pérdida                   | 19.285         | 18.126         | Comodidad                   | 48.15            | 55.96            |
| 14       | Pérdida                   | 18.714         | 18.106         | Comodidad                   | 54.42            | 62.43            |
| 15       | Pérdida                   | 18.563         | 18.042         | Demasia                     | 72.07            | 78.75            |
| 16       | Pérdida                   | 19.462         | 18.303         | Demasia                     | 60.53            | 69.83            |
| 17       | Comodidad                 | 22.955         | 20.527         | Demasia                     | 66.16            | 77.23            |
| 18       | Pérdida                   | 17.400         | 16.037         | Demasia                     | 76.96            | 82.51            |
| 19       | Pérdida                   | 15.404         | 14.125         | Comodidad                   | 58.43            | 66.07            |
| 20       | Pérdida                   | <b>14.385</b>  | 13.268         | Comodidad                   | <b>48.15</b>     | 59.28            |
| 21       | Comodidad                 | 20.589         | 19.202         | Comodidad                   | 55.28            | 60.09            |
| 22       | Comodidad                 | 21.630         | 20.693         | Demasia                     | 61.43            | 71.15            |
| 23       | Comodidad                 | 24.463         | 23.772         | Demasia                     | 71.41            | 78.73            |
| 24       | Comodidad                 | 22.161         | 19.359         | Demasia                     | 77.10            | 88.21            |
| 25       | Pérdida                   | 17.400         | 16.019         | Demasia                     | 73.37            | 83.48            |
| 26       | Pérdida                   | 18.666         | 16.086         | Demasia                     | 67.15            | 77.34            |
| 27       | Pérdida                   | 19.610         | 17.140         | Demasia                     | 69.90            | 75.56            |
| 28       | Comodidad                 | 22.600         | 21.901         | Demasia                     | 73.33            | 81.36            |
| 29       | Demasia                   | 25.571         | 24.223         | Demasia                     | 68.24            | 77.37            |
| 30       | Comodidad                 | 23.887         | 22.040         | Demasia                     | 69.76            | 78.28            |
| 31       | Demasia                   | 25.313         | 23.980         | Demasia                     | 63.02            | 71.52            |
| T. Media |                           | <b>20.851</b>  | <b>19.452</b>  | H. R. Media                 | <b>62.53</b>     | <b>71.03</b>     |

**FUENTE:** Hobo N° 2 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.



### Gráfico N° 22

#### Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para enero de 2014



**FUENTE:** Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

#### Variables

Vivienda

Área

Enero y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 14.385°C – 48.15%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

#### Temperatura y humedad relativa interior

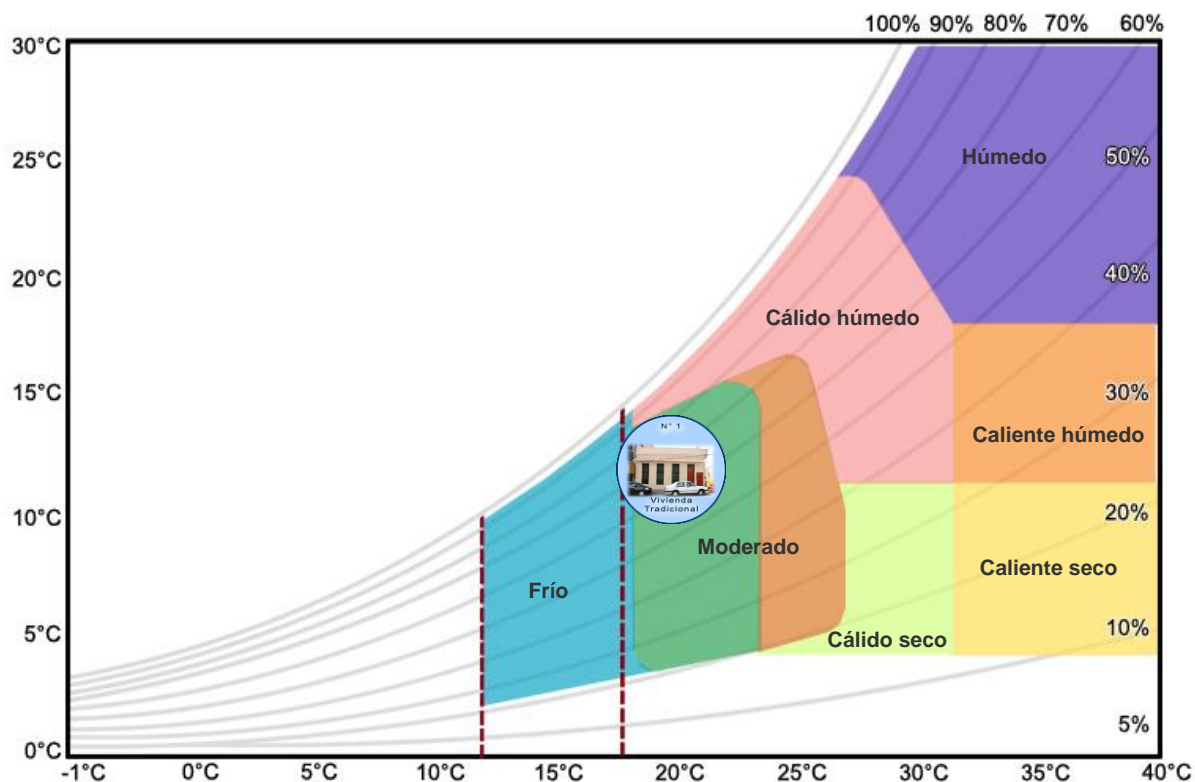
Tradicional N° 1

Recámara principal

T. Máxima con su correspondiente H. R. = 26.232°C – 70.58%

|    |
|----|
| 1  |
| 2  |
| 3  |
| 4  |
| 5  |
| 6  |
| 7  |
| 8  |
| 9  |
| 10 |

Gráfico N° 23  
Clasificación higrotérmica enero de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Variables               | Temperatura y humedad relativa interior |
| Vivienda                | Tradicional N° 1                        |
| Área                    | Recámara principal                      |
| Enero                   | Moderado                                |
| Clasificación climática |   |
| Moderado                |   |
| Cálido Húmedo           |   |
| Húmedo                  |   |
| Caliente húmedo         |   |
| Caliente seco           |   |
| Cálido seco             |   |
| Frío                    |   |

#### 4.3.15 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 21 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 22.30°C con un límite superior de 24.80°C y un límite inferior de 19.80°C. Presenta un total de 14 días de comodidad, 3 de demasía, y 14 de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 0.40°C, y la máxima es de 2.80°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 9 días de comodidad, 20 de demasía y 2 de pérdida de humedad relativa. La ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 4.80%, y la máxima es de 11.20%.

La temperatura media es de 20.90°C al interior, al exterior es de 19.50°C, y la humedad relativa media interior es de 62.50% y al exterior es de 71.00%, según tabla N° 7.

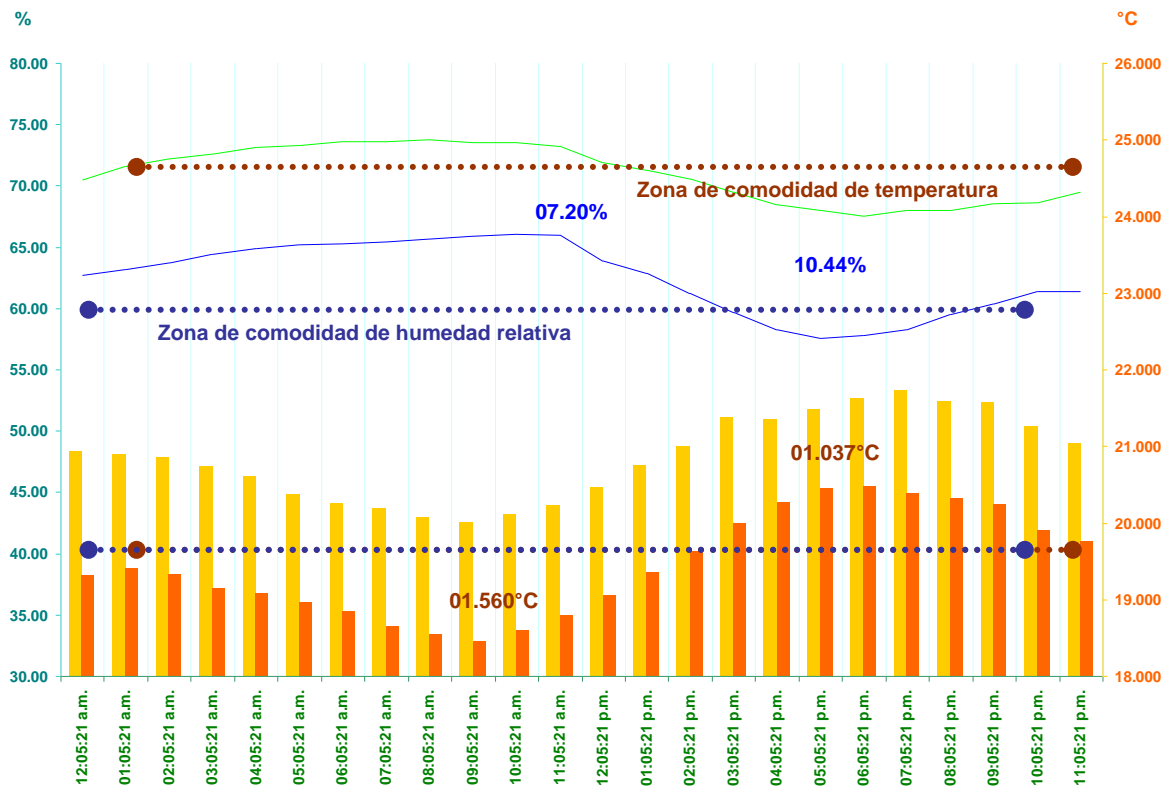
Las recomendaciones emanadas de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior del gráfico N° 22 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 7, son las siguientes: Se encuentra dentro de la zona de comodidad en invierno, advierte que es imprescindible crear ventilación cruzada y requiere mejor ganancia interna.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 23 de Lechner (2001), es un espacio moderado.

### 4.3.16 Análisis higrotérmico del día típico de la recámara en enero, 2014

Gráfico N° 24

**Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa**  
**Día típico de la vivienda tradicional N° 1 en la recámara enero de 2014**



FUENTE: Hobo N° 2 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                    | Humedad relativa interior |
|---|---------------------------|
| Temperatura Exterior                    | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                     | 22.287°C                  |
| Límite superior                         | 24.787°C                  |
| Límite inferior                         | 19.787°C                  |
| Horas comodidad de temperatura          | 24                        |
| Horas demasía de temperatura            | 0                         |
| Horas pérdida de temperatura            | 0                         |
| Oscilación de temperatura interior      | 01.715°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior      | 02.018°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura        | 01.037°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura        | 01.560°C                  |
| Humedad relativa neutral                | 50.00%                    |
| Límite superior                         | 60.00%                    |
| Límite inferior                         | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa     | 6                         |
| Horas demasía de humedad relativa       | 18                        |
| Horas pérdida de humedad relativa       | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior | 08.43%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior | 06.18%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa   | 07.20%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa   | 10.44%                    |

Tabla N° 8  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico de la vivienda tradicional N° 1 en la recámara enero de 2014**  
**Zonas de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior   | T. Exterior   | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior | H. R. Exterior |
|---------------|---------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| 12:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.927        | 19.304        | Demasia                     | 62.71          | 70.52          |
| 01:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.885        | 19.407        | Demasia                     | 63.20          | 71.56          |
| 02:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.857        | 19.319        | Demasia                     | 63.74          | 72.19          |
| 03:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.731        | 19.141        | Demasia                     | 64.40          | 72.63          |
| 04:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.606        | 19.069        | Demasia                     | 64.89          | 73.17          |
| 05:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.362        | 18.961        | Demasia                     | 65.17          | 73.27          |
| 06:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.257        | 18.845        | Demasia                     | 65.28          | 73.64          |
| 07:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.177        | 18.649        | Demasia                     | 65.44          | 73.65          |
| 08:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.068        | 18.537        | Demasia                     | 65.69          | <b>73.73</b>   |
| 09:05:21 a.m. | Comodidad                 | <b>20.008</b> | <b>18.448</b> | Demasia                     | 65.87          | 73.55          |
| 10:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.105        | 18.604        | Demasia                     | <b>66.02</b>   | 73.57          |
| 11:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.235        | 18.786        | Demasia                     | <u>66.00</u>   | <u>73.20</u>   |
| 12:05:21 p.m. | Comodidad                 | 20.457        | 19.041        | Demasia                     | 63.85          | 71.91          |
| 01:05:21 p.m. | Comodidad                 | 20.746        | 19.344        | Demasia                     | 62.83          | 71.26          |
| 02:05:21 p.m. | Comodidad                 | 20.992        | 19.621        | Demasia                     | 61.23          | 70.57          |
| 03:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.381        | 19.994        | Comodidad                   | 59.67          | 69.52          |
| 04:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.348        | 20.274        | Comodidad                   | 58.25          | 68.50          |
| 05:05:21 p.m. | Comodidad                 | <u>21.479</u> | <u>20.442</u> | Comodidad                   | <u>57.59</u>   | <u>68.03</u>   |
| 06:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.631        | <b>20.466</b> | Comodidad                   | 57.78          | <b>67.55</b>   |
| 07:05:21 p.m. | Comodidad                 | <b>21.723</b> | 20.381        | Comodidad                   | 58.29          | 67.97          |
| 08:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.590        | 20.315        | Comodidad                   | 59.49          | 67.98          |
| 09:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.562        | 20.245        | Demasia                     | 60.41          | 68.54          |
| 10:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.254        | 19.893        | Demasia                     | 61.42          | 68.64          |
| 11:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.042        | 19.753        | Demasia                     | 61.42          | 69.48          |
| T. Media      |                           | <b>20.851</b> | <b>19.452</b> | H. R. Media                 | <b>62.53</b>   | <b>71.03</b>   |

**FUENTE:** Hobo N° 2 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.3.17 Interpretación de gráficos higrotérmicos

El gráfico N° 24 de las zonas de comodidad térmica constante del día típico presenta una temperatura neutral de 22.30°C, con límite superior de +2.50°C y un límite inferior de -2.50°C. Presenta 24 horas de comodidad de temperatura.

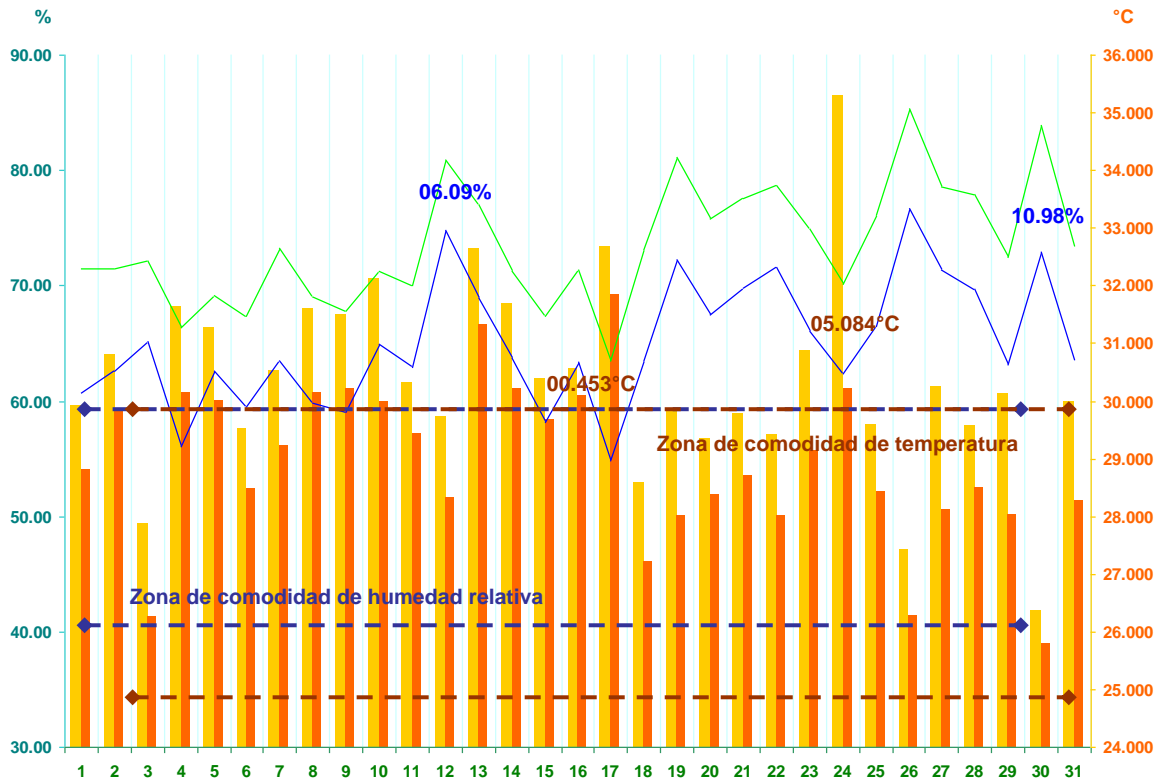
La oscilación de temperatura interior es de 1.70°C y la exterior de 2.00°C. Su ampliación mínima de temperatura es de 1.00°C y la máxima de 1.60°C, marcados en la tabla N° 8.

La humedad relativa de comodidad es de 50.00% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 6 horas de comodidad, 16 de demasía y ningún día de pérdida de humedad relativa, con una oscilación interior de 8.40% y exterior de 6.20%, la ampliación de humedad relativa con respecto a la interior y exterior mínima es de 7.20% y la máxima es de 10.40%.

La temperatura media interior es de 20.90°C, la exterior de 19.50°C, la humedad relativa media interior es de 62.50%, y la exterior es de 71.00% como se expresan en la tabla N° 8.

### 4.3.18 Análisis higrotérmico de la recámara en agosto, 2014

Gráfico N° 25  
Zonas de comodidad térmica constante de temperatura y humedad relativa vivienda tradicional N° 1 en la recámara agosto de 2014



FUENTE: Hobo N° 2 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 27.355°C                  |
| Límite superior                       | 29.855°C                  |
| Límite inferior                       | 24.855°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 12                        |
| Días demasía de temperatura           | 19                        |
| Días pérdida de temperatura           | 0                         |
| Ampliación mínima de temperatura      | 00.453°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 05.084°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 6                         |
| Días demasía de humedad relativa      | 25                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 0                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 06.09%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 10.98%                    |

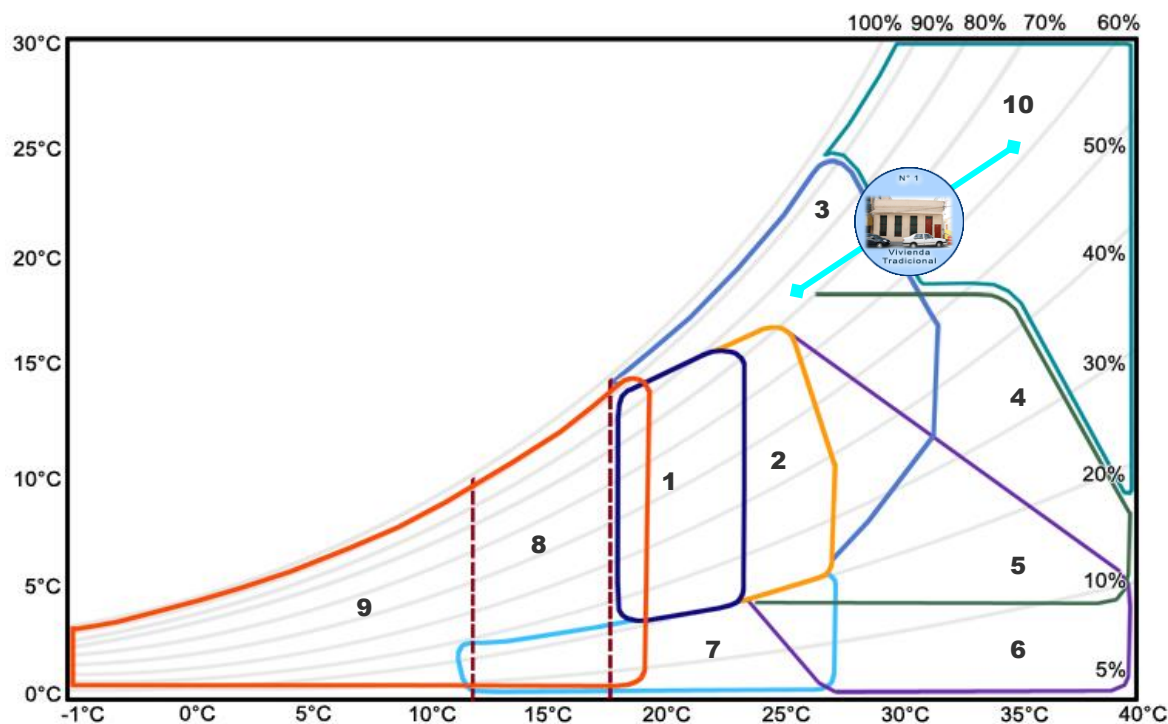


Tabla N° 9  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda tradicional N° 1 en la recámara agosto de 2014**  
**Zonas de comodidad constante**

| Días | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| 1    | Demasía                   | 29.922         | 28.808         | Demasía                     | 60.76            | 71.45            |
| 2    | Demasía                   | 30.811         | 29.803         | Demasía                     | 62.65            | 71.53            |
| 3    | Comodidad                 | 27.877         | 26.268         | Demasía                     | 65.16            | 72.16            |
| 4    | Demasía                   | 31.626         | 30.143         | Comodidad                   | 56.06            | 66.35            |
| 5    | Demasía                   | 31.283         | 30.013         | Demasía                     | 62.65            | 69.16            |
| 6    | Comodidad                 | 29.533         | 28.485         | Comodidad                   | 59.48            | 67.39            |
| 7    | Demasía                   | 30.512         | 29.227         | Demasía                     | 63.53            | 73.28            |
| 8    | Demasía                   | 31.610         | 30.147         | Comodidad                   | 59.81            | 69.09            |
| 9    | Demasía                   | 31.501         | 30.201         | Comodidad                   | 59.09            | 67.87            |
| 10   | Demasía                   | 32.111         | 29.997         | Demasía                     | 64.98            | 71.31            |
| 11   | Demasía                   | 30.314         | 29.436         | Demasía                     | 62.93            | 70.00            |
| 12   | Comodidad                 | 29.726         | 28.324         | Demasía                     | 74.83            | 80.91            |
| 13   | Demasía                   | 32.642         | 31.316         | Demasía                     | 68.94            | 77.05            |
| 14   | Demasía                   | 31.687         | 30.219         | Demasía                     | 63.73            | 71.31            |
| 15   | Demasía                   | 30.390         | 29.687         | Comodidad                   | 58.22            | 67.41            |
| 16   | Demasía                   | 30.558         | 30.105         | Demasía                     | 63.35            | 71.37            |
| 17   | Demasía                   | 32.672         | 31.851         | Comodidad                   | 54.83            | 63.46            |
| 18   | Comodidad                 | 28.593         | 27.210         | Demasía                     | 63.53            | 73.09            |
| 19   | Comodidad                 | 29.806         | 28.025         | Demasía                     | 72.27            | 81.10            |
| 20   | Comodidad                 | 29.348         | 28.378         | Demasía                     | 67.53            | 75.85            |
| 21   | Comodidad                 | 29.780         | 28.703         | Demasía                     | 69.76            | 77.61            |
| 22   | Comodidad                 | 29.407         | 28.025         | Demasía                     | 71.61            | 78.69            |
| 23   | Demasía                   | 30.875         | 29.155         | Demasía                     | 66.03            | 74.87            |
| 24   | Demasía                   | <b>35.289</b>  | 30.205         | Demasía                     | <b>62.41</b>     | 70.15            |
| 25   | Comodidad                 | 29.592         | 28.445         | Demasía                     | 66.52            | 76.09            |
| 26   | Comodidad                 | 27.421         | 26.279         | Demasía                     | 76.66            | 85.39            |
| 27   | Demasía                   | 30.264         | 28.135         | Demasía                     | 71.38            | 78.60            |
| 28   | Comodidad                 | 29.575         | 28.512         | Demasía                     | 69.66            | 77.95            |
| 29   | Demasía                   | 30.121         | 28.028         | Demasía                     | 63.18            | 72.46            |
| 30   | Comodidad                 | <b>26.383</b>  | 25.801         | Demasía                     | <b>72.93</b>     | 83.91            |
| 31   | Demasía                   | 29.981         | 28.283         | Demasía                     | 63.52            | 73.35            |
|      | T. Media                  | <b>30.362</b>  | <b>28.942</b>  | H. R. Media                 | <b>65.10</b>     | <b>73.56</b>     |

**FUENTE:** Hobo N° 2 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

Gráfico N° 26  
Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para agosto de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

#### Variables

Vivienda

Área

Agosto y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 26.383°C – 72.93%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

#### Temperatura y humedad relativa interior

Tradicional N° 1

Recámara principal



T. Máxima con su correspondiente H. R. = 35.289°C – 62.41%

1

2

3

4

5

6

7

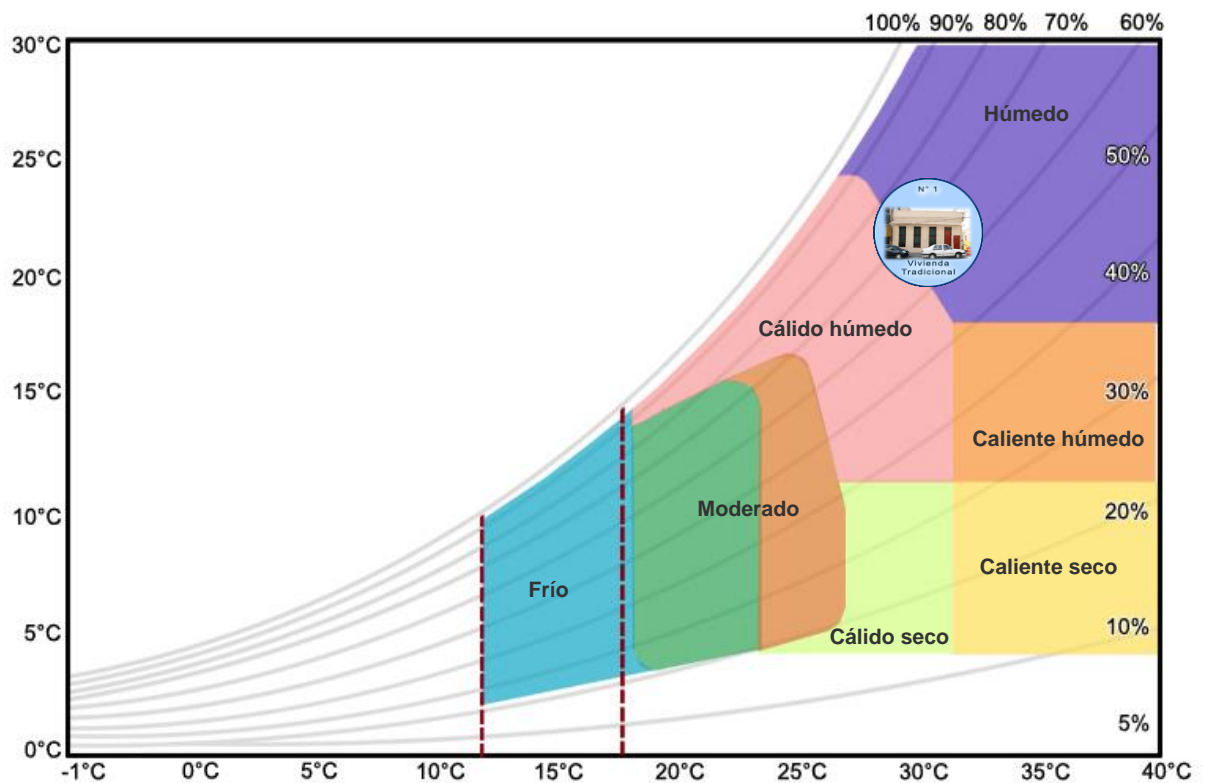
8

9

10

Gráfico N° 27

**Clasificación higrotérmica agosto de 2014**



**FUENTE:** Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Variables               | Temperatura y humedad relativa interior |
| Vivienda                | Tradicional N° 1                        |
| Área                    | Recámara principal                      |
| Agosto                  | Húmedo                                  |
| Clasificación climática |   |
| Moderado                |   |
| Cálido Húmedo           |   |
| Húmedo                  |   |
| Caliente húmedo         |   |
| Caliente seco           |   |
| Cálido seco             |   |
| Frío                    |   |

#### 4.3.19 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 25 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 27.40°C con un límite superior de 29.90°C y un límite inferior de 24.90°C. Presenta un total de 12 días de comodidad, 19 de demasía, y ningún día de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 0.50°C, y la máxima es de 5.10°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 6 días de comodidad, 25 de demasía y ningún día de pérdida de humedad relativa. La ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 6.10%, y la máxima es de 11.00%.

La temperatura media es de 30.40°C al interior, al exterior es de 28.90°C, y la humedad relativa media interior es de 65.10% y al exterior es de 73.60%, según tabla N° 9.

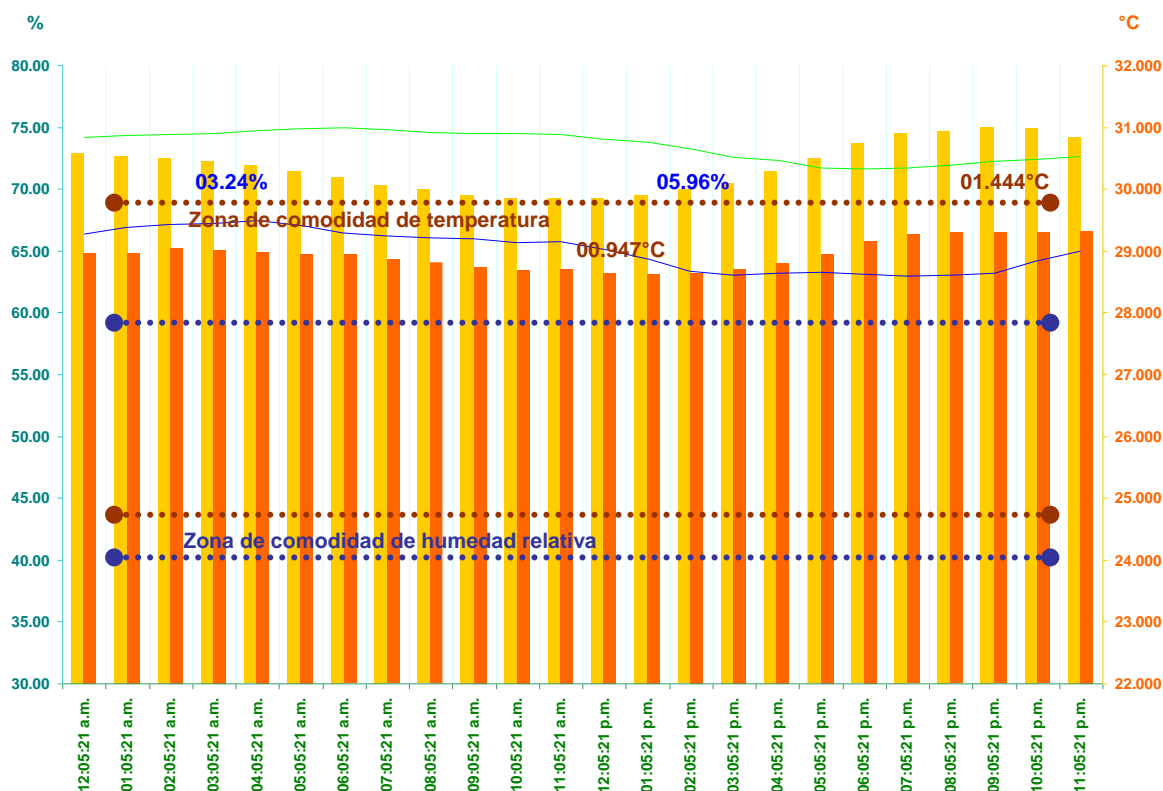
Las recomendaciones emanadas de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior del gráfico N° 26 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 9, son las siguientes: Advierte que requiere ventilación cruzada y Induce a la deshumidificación del espacio.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 27 de Lechner (2001), es un espacio húmedo.

### 4.3.20 Análisis higrotérmico del día típico de la recámara en agosto, 2014

Gráfico N° 28

Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Día típico de la vivienda tradicional N° 1 en la recámara agosto de 2014



FUENTE: Hobo N° 2 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                    | Humedad relativa interior |
|---|---------------------------|
| Temperatura Exterior                    | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                     | 27.355°C                  |
| Límite superior                         | 29.855°C                  |
| Límite inferior                         | 24.855°C                  |
| Horas comodidad de temperatura          | 2                         |
| Horas demasía de temperatura            | 22                        |
| Horas pérdida de temperatura            | 0                         |
| Oscilación de temperatura interior      | 01.157°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior      | 00.697°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura        | 00.947°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura        | 01.444°C                  |
| Humedad relativa neutral                | 50.00%                    |
| Límite superior                         | 60.00%                    |
| Límite inferior                         | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa     | 0                         |
| Horas demasía de humedad relativa       | 24                        |
| Horas pérdida de humedad relativa       | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior | 04.52%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior | 03.31%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa   | 03.24%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa   | 05.96%                    |

Tabla N° 10  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico de la vivienda tradicional N° 1 en la recámara agosto de 2014**  
**Zonas de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior          | T. Exterior   | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior | H. R. Exterior |
|---------------|---------------------------|----------------------|---------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| 12:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.571               | 28.968        | Demasía                     | 66.39          | 74.22          |
| 01:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.528               | 28.962        | Demasía                     | 66.89          | 74.33          |
| 02:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.497               | 29.046        | Demasía                     | 67.14          | 74.44          |
| 03:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.451               | 29.017        | Demasía                     | <u>67.26</u>   | <u>74.50</u>   |
| 04:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.376               | 28.976        | Demasía                     | <b>67.47</b>   | 74.74          |
| 05:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.289               | 28.947        | Demasía                     | 67.07          | 74.89          |
| 06:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.186               | 28.941        | Demasía                     | 66.49          | <b>74.94</b>   |
| 07:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.069               | 28.861        | Demasía                     | 66.25          | 74.85          |
| 08:05:21 a.m. | Demasía                   | 29.992               | 28.806        | Demasía                     | 66.06          | 74.59          |
| 09:05:21 a.m. | Demasía                   | 29.891               | 28.739        | Demasía                     | 65.96          | 74.47          |
| 10:05:21 a.m. | Demasía                   | 29.856               | 28.687        | Demasía                     | 65.64          | 74.54          |
| 11:05:21 a.m. | Comodidad                 | 29.848               | 28.706        | Demasía                     | 65.75          | 74.41          |
| 12:05:21 p.m. | Comodidad                 | <u><b>29.842</b></u> | <u>28.635</u> | Demasía                     | 65.14          | 74.06          |
| 01:05:21 p.m. | Demasía                   | 29.888               | <b>28.621</b> | Demasía                     | 64.38          | 73.78          |
| 02:05:21 p.m. | Demasía                   | 29.980               | 28.647        | Demasía                     | <u>63.34</u>   | <u>73.30</u>   |
| 03:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.092               | 28.700        | Demasía                     | 63.09          | 72.54          |
| 04:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.276               | 28.799        | Demasía                     | 63.20          | 72.33          |
| 05:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.504               | 28.944        | Demasía                     | 63.28          | 71.74          |
| 06:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.735               | 29.147        | Demasía                     | 63.13          | <b>71.63</b>   |
| 07:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.899               | 29.263        | Demasía                     | <b>62.95</b>   | 71.73          |
| 08:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.936               | 29.298        | Demasía                     | 63.03          | 71.97          |
| 09:05:21 p.m. | Demasía                   | <u><b>30.999</b></u> | <u>29.295</u> | Demasía                     | 63.23          | 72.24          |
| 10:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.980               | 29.298        | Demasía                     | 64.22          | 72.43          |
| 11:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.844               | <b>29.318</b> | Demasía                     | 64.98          | 72.66          |
|               | T. Media                  | <b>30.355</b>        | <b>28.943</b> | H. R. Media                 | <b>65.10</b>   | <b>73.56</b>   |

**FUENTE:** Hobo N° 2 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.3.21 Interpretación de gráficos higrotérmicos

El gráfico N° 28 de las zonas de comodidad constante del día típico presenta una temperatura neutral de 27.40°C, con límite superior de +2.50°C y un límite inferior de -2.50°C. Presenta 2 horas de comodidad de las 11:05 a.m. a las 12:05 p.m. y 22 horas de demasía de temperatura.

La oscilación de temperatura interior es de 1.20°C y la exterior de 0.70°C. Su ampliación mínima de temperatura es de 0.90°C y la máxima de 1.40°C, marcados en la tabla 10.

La humedad relativa de comodidad es de 50.00% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 24 horas de demasía de humedad relativa, con una oscilación interior de 4.50% y exterior de 3.30%, la ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 3.20% y la máxima es de 6.00%.

La temperatura media interior es de 30.40°C, la exterior de 28.90°C, la humedad relativa media interior es de 65.10%, y la exterior es de 73.60% como se expresan en la tabla N° 10.



### 4.3.22 Análisis de los valores de temperatura y humedad media según hora-mes de la recámara

Tabla N° 11  
Vivienda tradicional N° 1 en la recámara en 2014  
Temperatura media según hora-mes

| Hora / Mes<br>T. Int. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 20.9 | 24.1 | 24.8 | 27.1 | 30.1 | 29.8 | 29.3 | 30.6 | 28.3 | 28.0 | 25.7 | 23.8 | 26.9  |
| 01:05:21 a.m.            | 20.9 | 24.0 | 24.8 | 27.0 | 30.1 | 29.8 | 29.3 | 30.5 | 28.3 | 28.0 | 25.6 | 23.7 | 26.8  |
| 02:05:21 a.m.            | 20.9 | 23.9 | 24.7 | 27.0 | 30.1 | 29.8 | 29.3 | 30.5 | 28.2 | 27.9 | 25.5 | 23.7 | 26.8  |
| 03:05:21 a.m.            | 20.7 | 23.8 | 24.6 | 26.9 | 30.0 | 29.8 | 29.2 | 30.5 | 28.1 | 27.9 | 25.5 | 23.7 | 26.7  |
| 04:05:21 a.m.            | 20.6 | 23.6 | 24.5 | 26.8 | 30.0 | 29.8 | 29.2 | 30.4 | 28.0 | 27.8 | 25.5 | 23.7 | 26.7  |
| 05:05:21 a.m.            | 20.4 | 23.5 | 24.3 | 26.6 | 29.9 | 29.7 | 29.1 | 30.3 | 27.9 | 27.7 | 25.4 | 23.7 | 26.5  |
| 06:05:21 a.m.            | 20.3 | 23.4 | 24.3 | 26.5 | 29.8 | 29.6 | 29.0 | 30.2 | 27.8 | 27.6 | 25.4 | 23.6 | 26.5  |
| 07:05:21 a.m.            | 20.2 | 23.4 | 24.2 | 26.4 | 29.7 | 29.5 | 29.0 | 30.1 | 27.8 | 27.5 | 25.3 | 23.6 | 26.4  |
| 08:05:21 a.m.            | 20.1 | 23.3 | 24.0 | 26.4 | 29.4 | 29.4 | 28.9 | 30.0 | 27.7 | 27.4 | 25.2 | 23.6 | 26.3  |
| 09:05:21 a.m.            | 20.0 | 23.3 | 23.9 | 26.2 | 29.4 | 29.4 | 28.8 | 29.9 | 27.6 | 27.3 | 25.0 | 23.5 | 26.2  |
| 10:05:21 a.m.            | 20.1 | 23.6 | 24.0 | 26.7 | 29.3 | 29.4 | 28.8 | 29.9 | 27.6 | 27.3 | 25.0 | 23.5 | 26.3  |
| 11:05:21 a.m.            | 20.2 | 23.5 | 24.1 | 26.6 | 29.5 | 29.4 | 28.8 | 29.8 | 27.7 | 27.3 | 25.1 | 23.4 | 26.3  |
| 12:05:21 p.m.            | 20.5 | 23.6 | 24.3 | 26.6 | 29.5 | 29.4 | 28.8 | 29.8 | 27.8 | 27.4 | 25.2 | 23.5 | 26.4  |
| 01:05:21 p.m.            | 20.7 | 23.7 | 24.5 | 26.7 | 29.6 | 29.4 | 28.7 | 29.9 | 27.7 | 27.5 | 25.3 | 23.5 | 26.4  |
| 02:05:21 p.m.            | 21.0 | 23.9 | 24.7 | 26.8 | 29.7 | 29.5 | 28.8 | 30.0 | 27.8 | 27.7 | 25.4 | 23.7 | 26.6  |
| 03:05:21 p.m.            | 21.4 | 24.2 | 25.0 | 27.0 | 29.8 | 29.6 | 28.8 | 30.1 | 27.9 | 27.9 | 25.6 | 23.8 | 26.7  |
| 04:05:21 p.m.            | 21.3 | 24.3 | 25.2 | 27.2 | 30.0 | 29.7 | 28.9 | 30.3 | 28.1 | 28.1 | 25.7 | 23.8 | 26.9  |
| 05:05:21 p.m.            | 21.5 | 24.5 | 25.3 | 27.3 | 30.1 | 29.9 | 29.0 | 30.5 | 28.3 | 28.1 | 25.7 | 23.8 | 27.0  |
| 06:05:21 p.m.            | 21.6 | 24.7 | 25.4 | 27.2 | 30.2 | 30.1 | 29.1 | 30.7 | 28.6 | 28.1 | 25.6 | 23.8 | 27.1  |
| 07:05:21 p.m.            | 21.7 | 24.6 | 25.4 | 27.3 | 30.3 | 30.2 | 29.2 | 30.9 | 28.8 | 28.1 | 25.6 | 23.8 | 27.2  |
| 08:05:21 p.m.            | 21.6 | 24.7 | 25.4 | 27.5 | 30.3 | 30.3 | 29.2 | 30.9 | 28.8 | 28.1 | 25.6 | 23.8 | 27.2  |
| 09:05:21 p.m.            | 21.6 | 24.8 | 25.4 | 27.6 | 30.3 | 30.3 | 29.3 | 31.0 | 28.5 | 28.1 | 25.6 | 23.8 | 27.2  |
| 10:05:21 p.m.            | 21.3 | 24.5 | 25.2 | 27.5 | 30.3 | 30.3 | 29.3 | 31.0 | 28.7 | 28.1 | 25.6 | 23.8 | 27.1  |
| 11:05:21 p.m.            | 21.0 | 24.4 | 25.2 | 27.4 | 30.2 | 30.2 | 29.3 | 30.8 | 28.6 | 28.0 | 25.6 | 23.8 | 27.1  |
| Media                    | 20.9 | 24.0 | 24.7 | 26.9 | 29.9 | 29.8 | 29.0 | 30.4 | 28.1 | 27.8 | 25.5 | 23.7 |       |

| Hora / Mes<br>T. Ext. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 19.3 | 22.3 | 23.4 | 25.4 | 28.9 | 28.5 | 27.9 | 29.0 | 27.2 | 25.5 | 23.2 | 20.8 | 25.1  |
| 01:05:21 a.m.            | 19.4 | 22.2 | 23.3 | 25.4 | 28.8 | 28.4 | 27.8 | 29.0 | 27.1 | 25.4 | 23.2 | 20.7 | 25.1  |
| 02:05:21 a.m.            | 19.3 | 22.2 | 23.3 | 25.4 | 28.7 | 28.5 | 27.7 | 29.0 | 27.0 | 25.4 | 23.2 | 20.7 | 25.0  |
| 03:05:21 a.m.            | 19.1 | 22.0 | 23.1 | 25.4 | 28.6 | 28.4 | 27.6 | 29.0 | 26.9 | 25.2 | 23.1 | 20.5 | 24.9  |
| 04:05:21 a.m.            | 19.1 | 21.9 | 23.0 | 25.2 | 28.4 | 28.3 | 27.5 | 29.0 | 26.9 | 25.1 | 23.0 | 20.4 | 24.8  |
| 05:05:21 a.m.            | 19.0 | 21.7 | 22.7 | 25.1 | 28.3 | 28.2 | 27.4 | 28.9 | 26.8 | 25.0 | 22.7 | 20.2 | 24.7  |
| 06:05:21 a.m.            | 18.8 | 21.7 | 22.6 | 25.0 | 28.1 | 28.2 | 27.3 | 28.9 | 26.7 | 24.9 | 22.6 | 20.1 | 24.6  |
| 07:05:21 a.m.            | 18.6 | 21.9 | 22.6 | 24.9 | 28.0 | 28.1 | 27.1 | 28.9 | 26.6 | 24.9 | 22.6 | 20.1 | 24.5  |
| 08:05:21 a.m.            | 18.5 | 21.8 | 22.5 | 24.7 | 27.8 | 27.8 | 27.0 | 28.8 | 26.5 | 24.8 | 22.5 | 20.0 | 24.4  |
| 09:05:21 a.m.            | 18.4 | 21.9 | 22.5 | 24.7 | 27.7 | 27.8 | 26.9 | 28.7 | 26.4 | 24.8 | 22.4 | 19.9 | 24.3  |
| 10:05:21 a.m.            | 18.6 | 22.0 | 22.5 | 24.8 | 27.7 | 28.1 | 27.2 | 28.7 | 26.4 | 24.8 | 22.5 | 19.9 | 24.4  |
| 11:05:21 a.m.            | 18.8 | 22.2 | 22.5 | 25.0 | 27.8 | 28.1 | 27.2 | 28.7 | 26.5 | 24.9 | 22.5 | 20.0 | 24.5  |
| 12:05:21 p.m.            | 19.0 | 22.5 | 22.8 | 25.3 | 27.9 | 28.1 | 27.3 | 28.6 | 26.5 | 25.2 | 22.6 | 20.2 | 24.7  |
| 01:05:21 p.m.            | 19.3 | 22.8 | 23.1 | 25.6 | 28.1 | 28.2 | 27.4 | 28.6 | 26.6 | 25.2 | 22.9 | 20.5 | 24.9  |
| 02:05:21 p.m.            | 19.6 | 23.1 | 23.5 | 26.0 | 28.4 | 28.4 | 27.6 | 28.6 | 26.7 | 25.5 | 23.1 | 20.8 | 25.1  |
| 03:05:21 p.m.            | 20.0 | 23.5 | 23.9 | 26.4 | 28.7 | 28.5 | 27.9 | 28.7 | 26.8 | 25.7 | 23.4 | 21.2 | 25.4  |
| 04:05:21 p.m.            | 20.3 | 23.8 | 24.0 | 26.7 | 29.0 | 28.6 | 28.1 | 28.8 | 27.0 | 26.0 | 23.5 | 21.6 | 25.6  |
| 05:05:21 p.m.            | 20.4 | 24.0 | 24.1 | 26.9 | 29.3 | 28.7 | 28.4 | 28.9 | 27.2 | 26.2 | 23.6 | 21.9 | 25.8  |
| 06:05:21 p.m.            | 20.5 | 23.8 | 24.2 | 26.4 | 29.6 | 28.6 | 28.5 | 29.1 | 27.3 | 26.2 | 23.8 | 22.0 | 25.8  |
| 07:05:21 p.m.            | 20.4 | 23.9 | 24.3 | 26.7 | 29.8 | 28.6 | 28.8 | 29.3 | 27.4 | 26.5 | 23.9 | 22.0 | 26.0  |
| 08:05:21 p.m.            | 20.3 | 24.2 | 24.1 | 26.8 | 29.7 | 28.7 | 28.8 | 29.3 | 27.4 | 26.5 | 23.8 | 22.1 | 26.0  |
| 09:05:21 p.m.            | 20.2 | 24.1 | 23.8 | 26.3 | 29.6 | 28.7 | 28.6 | 29.3 | 27.5 | 26.0 | 23.8 | 22.2 | 25.8  |
| 10:05:21 p.m.            | 19.9 | 23.6 | 23.5 | 26.1 | 29.5 | 28.7 | 28.5 | 29.3 | 27.5 | 25.8 | 23.5 | 21.5 | 25.6  |
| 11:05:21 p.m.            | 19.8 | 23.4 | 23.2 | 25.6 | 29.4 | 28.7 | 28.2 | 29.3 | 27.5 | 25.6 | 23.3 | 21.3 | 25.4  |
| Media                    | 19.5 | 22.8 | 23.3 | 25.7 | 28.7 | 28.4 | 27.8 | 28.9 | 26.9 | 25.5 | 23.1 | 20.9 |       |

FUENTE: Hobo N° 2 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

Tabla N° 12  
**Vivienda tradicional N° 1 en la recámara en 2014**  
**Humedad relativa media según hora-mes**

| Hora / Mes<br>H. R. Int. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 62.7 | 63.1 | 59.0 | 63.9 | 66.3 | 64.0 | 67.9 | 66.4 | 66.0 | 66.3 | 68.4 | 71.1 | 65.4  |
| 01:05:21 a.m.              | 63.2 | 63.4 | 59.4 | 64.2 | 66.7 | 64.4 | 68.2 | 66.9 | 66.5 | 66.8 | 68.8 | 71.1 | 65.8  |
| 02:05:21 a.m.              | 63.7 | 63.7 | 59.5 | 64.4 | 67.0 | 65.0 | 68.5 | 67.1 | 67.3 | 67.4 | 68.8 | 71.1 | 66.1  |
| 03:05:21 a.m.              | 64.4 | 63.9 | 59.8 | 64.2 | 67.2 | 65.0 | 68.7 | 67.3 | 67.5 | 68.1 | 68.9 | 71.3 | 66.4  |
| 04:05:21 a.m.              | 64.9 | 64.3 | 59.9 | 64.1 | 67.5 | 65.2 | 69.0 | 67.5 | 67.9 | 68.4 | 69.0 | 70.6 | 66.5  |
| 05:05:21 a.m.              | 65.2 | 64.6 | 59.9 | 64.0 | 67.1 | 65.4 | 69.0 | 67.1 | 68.2 | 69.0 | 69.1 | 70.0 | 66.6  |
| 06:05:21 a.m.              | 65.3 | 64.8 | 60.0 | 63.7 | 67.2 | 65.7 | 69.1 | 66.5 | 68.4 | 69.2 | 69.3 | 69.8 | 66.6  |
| 07:05:21 a.m.              | 65.4 | 65.0 | 59.7 | 63.4 | 66.7 | 65.8 | 69.1 | 66.2 | 68.5 | 69.3 | 69.0 | 69.6 | 66.5  |
| 08:05:21 a.m.              | 65.7 | 65.1 | 60.0 | 63.3 | 66.7 | 65.9 | 69.1 | 66.1 | 68.7 | 69.3 | 68.7 | 69.5 | 66.5  |
| 09:05:21 a.m.              | 65.9 | 65.3 | 60.0 | 63.3 | 66.6 | 66.0 | 68.9 | 66.0 | 68.9 | 69.7 | 68.3 | 68.8 | 66.5  |
| 10:05:21 a.m.              | 66.0 | 65.8 | 60.1 | 63.3 | 66.7 | 65.9 | 69.0 | 65.6 | 68.3 | 69.3 | 68.9 | 68.8 | 66.5  |
| 11:05:21 a.m.              | 66.0 | 65.8 | 60.1 | 62.8 | 66.4 | 65.6 | 68.9 | 65.8 | 67.3 | 68.2 | 68.0 | 69.1 | 66.2  |
| 12:05:21 p.m.              | 63.8 | 65.3 | 59.4 | 62.7 | 66.4 | 65.1 | 68.7 | 65.1 | 66.6 | 67.2 | 67.2 | 68.9 | 65.5  |
| 01:05:21 p.m.              | 62.8 | 65.0 | 58.9 | 61.7 | 65.6 | 64.3 | 68.4 | 64.4 | 65.4 | 65.4 | 65.6 | 68.6 | 64.7  |
| 02:05:21 p.m.              | 61.2 | 64.8 | 58.1 | 60.7 | 64.7 | 64.0 | 67.8 | 63.3 | 64.9 | 64.3 | 63.9 | 68.2 | 63.8  |
| 03:05:21 p.m.              | 59.7 | 64.5 | 57.8 | 60.3 | 63.9 | 63.8 | 67.2 | 63.1 | 64.0 | 62.9 | 63.4 | 67.6 | 63.2  |
| 04:05:21 p.m.              | 58.2 | 64.0 | 57.3 | 59.9 | 63.6 | 63.4 | 66.8 | 63.2 | 63.8 | 61.5 | 63.3 | 68.0 | 62.8  |
| 05:05:21 p.m.              | 57.6 | 63.8 | 56.9 | 59.9 | 63.6 | 63.5 | 66.2 | 63.3 | 63.6 | 61.7 | 63.8 | 68.4 | 62.7  |
| 06:05:21 p.m.              | 57.8 | 63.6 | 57.6 | 59.9 | 63.7 | 63.1 | 66.4 | 63.1 | 63.4 | 63.5 | 64.6 | 69.1 | 63.0  |
| 07:05:21 p.m.              | 58.3 | 63.7 | 58.0 | 59.9 | 63.3 | 62.7 | 66.2 | 62.9 | 63.6 | 65.0 | 65.7 | 69.8 | 63.3  |
| 08:05:21 p.m.              | 59.5 | 63.7 | 58.5 | 60.3 | 63.0 | 62.8 | 65.9 | 63.0 | 63.7 | 65.9 | 66.2 | 70.6 | 63.6  |
| 09:05:21 p.m.              | 60.4 | 64.0 | 58.8 | 60.6 | 63.3 | 63.3 | 65.8 | 63.2 | 64.4 | 65.8 | 67.1 | 71.2 | 64.0  |
| 10:05:21 p.m.              | 61.4 | 64.3 | 59.3 | 61.4 | 63.9 | 63.7 | 66.7 | 64.2 | 64.9 | 66.3 | 67.4 | 71.7 | 64.6  |
| 11:05:21 p.m.              | 61.4 | 64.8 | 59.2 | 62.1 | 64.2 | 64.2 | 67.0 | 65.0 | 65.4 | 66.5 | 67.8 | 72.1 | 65.0  |
| Media                      | 62.5 | 64.4 | 59.1 | 62.3 | 65.5 | 64.5 | 67.9 | 65.1 | 66.1 | 66.5 | 67.1 | 69.8 |       |

| Hora / Mes<br>H. R. Ext. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 70.5 | 73.2 | 67.4 | 71.2 | 72.2 | 72.1 | 73.3 | 74.2 | 72.3 | 74.2 | 77.0 | 81.6 | 73.3  |
| 01:05:21 a.m.              | 71.6 | 73.6 | 67.5 | 71.3 | 72.5 | 72.4 | 74.0 | 74.3 | 72.7 | 74.6 | 77.2 | 81.7 | 73.6  |
| 02:05:21 a.m.              | 72.2 | 74.2 | 68.7 | 71.4 | 72.7 | 72.4 | 75.4 | 74.4 | 73.0 | 75.0 | 77.1 | 81.8 | 74.0  |
| 03:05:21 a.m.              | 72.6 | 74.9 | 69.4 | 71.5 | 72.9 | 72.5 | 76.3 | 74.5 | 73.2 | 75.2 | 77.3 | 81.8 | 74.3  |
| 04:05:21 a.m.              | 73.2 | 75.0 | 69.5 | 71.2 | 73.1 | 72.6 | 76.5 | 74.7 | 73.5 | 75.5 | 77.4 | 82.2 | 74.6  |
| 05:05:21 a.m.              | 73.3 | 75.0 | 69.7 | 70.8 | 73.1 | 72.9 | 76.8 | 74.9 | 73.7 | 75.5 | 77.6 | 82.5 | 74.6  |
| 06:05:21 a.m.              | 73.6 | 75.1 | 69.7 | 70.8 | 73.3 | 73.2 | 77.2 | 74.9 | 73.6 | 75.4 | 77.8 | 82.8 | 74.8  |
| 07:05:21 a.m.              | 73.7 | 74.7 | 69.9 | 70.6 | 73.3 | 73.4 | 77.1 | 74.9 | 73.7 | 75.5 | 77.7 | 82.9 | 74.8  |
| 08:05:21 a.m.              | 73.7 | 75.0 | 70.9 | 70.3 | 73.7 | 73.5 | 77.9 | 74.6 | 73.7 | 75.6 | 77.9 | 83.0 | 75.0  |
| 09:05:21 a.m.              | 73.5 | 75.0 | 71.1 | 70.6 | 74.0 | 73.9 | 77.9 | 74.5 | 73.4 | 75.8 | 78.0 | 83.0 | 75.1  |
| 10:05:21 a.m.              | 73.6 | 75.2 | 70.9 | 70.8 | 74.2 | 73.6 | 77.7 | 74.5 | 73.3 | 76.0 | 78.0 | 83.3 | 75.1  |
| 11:05:21 a.m.              | 73.2 | 75.0 | 70.0 | 70.7 | 74.1 | 73.2 | 77.2 | 74.4 | 73.0 | 75.9 | 77.8 | 83.1 | 74.8  |
| 12:05:21 p.m.              | 71.9 | 73.7 | 67.6 | 70.4 | 74.1 | 72.5 | 76.1 | 74.1 | 72.7 | 75.4 | 77.3 | 82.4 | 74.0  |
| 01:05:21 p.m.              | 71.3 | 72.3 | 66.9 | 69.6 | 73.8 | 72.1 | 75.1 | 73.8 | 72.7 | 74.9 | 76.7 | 82.1 | 73.4  |
| 02:05:21 p.m.              | 70.6 | 71.5 | 65.7 | 69.5 | 73.3 | 71.3 | 74.0 | 73.3 | 72.1 | 74.6 | 76.4 | 81.5 | 72.8  |
| 03:05:21 p.m.              | 69.5 | 70.6 | 64.2 | 69.2 | 73.0 | 70.8 | 73.0 | 72.5 | 71.9 | 74.5 | 76.4 | 80.6 | 72.2  |
| 04:05:21 p.m.              | 68.5 | 69.9 | 63.3 | 69.0 | 72.5 | 70.4 | 72.8 | 72.3 | 71.9 | 74.2 | 76.1 | 80.1 | 71.7  |
| 05:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.4 | 63.1 | 69.3 | 72.3 | 69.9 | 72.3 | 71.7 | 72.1 | 74.1 | 76.0 | 79.8 | 71.5  |
| 06:05:21 p.m.              | 67.5 | 69.2 | 63.1 | 69.4 | 72.3 | 70.0 | 72.6 | 71.6 | 72.1 | 74.0 | 75.9 | 79.8 | 71.5  |
| 07:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.7 | 63.5 | 69.4 | 72.1 | 70.0 | 73.3 | 71.7 | 72.5 | 74.1 | 75.8 | 80.1 | 71.7  |
| 08:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.9 | 64.3 | 69.5 | 71.9 | 70.2 | 73.0 | 72.0 | 72.8 | 74.2 | 75.8 | 80.2 | 71.8  |
| 09:05:21 p.m.              | 68.5 | 71.0 | 64.0 | 70.0 | 71.9 | 70.7 | 73.4 | 72.2 | 73.3 | 74.6 | 76.0 | 80.4 | 72.2  |
| 10:05:21 p.m.              | 68.6 | 71.8 | 65.4 | 70.3 | 72.0 | 71.2 | 73.9 | 72.4 | 74.0 | 74.9 | 76.2 | 80.7 | 72.6  |
| 11:05:21 p.m.              | 69.5 | 72.7 | 65.8 | 70.5 | 72.3 | 71.6 | 74.1 | 72.7 | 74.3 | 75.0 | 76.3 | 81.1 | 73.0  |
| Media                      | 71.0 | 72.8 | 67.1 | 70.3 | 72.9 | 71.9 | 75.0 | 73.6 | 73.0 | 74.9 | 76.9 | 81.6 |       |

FUENTE: Hobo N° 2 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

### **4.3.23 Interpretación de los valores de temperatura y humedad media según hora-mes de la recámara**

#### **4.3.23.1 Temperatura y humedad relativa media interior hora-mes**

La temperatura más alta se presenta de las 07:05 p.m. a las 09:05 p.m. con 27.20°C, la más baja con 26.20°C a las 09:05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 20.90°C, y con la más alta es agosto con 30.40°C.

La humedad relativa más alta es de 66.60% y se presenta entre las 05:05 y las 06:05 a.m., asimismo la más baja es de 62.70% a las 05:05 p.m.

El mes con humedad relativa más baja es marzo con 59.10%, y con la más alta es diciembre con 69.80%.

#### **4.3.23.2 Temperatura y humedad relativa media exterior hora-mes**

La temperatura más alta es de 26.00°C y se presentan entre las 07:05 y 08:05 p.m. asimismo la más baja con 24.30°C a las 09:05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 19.50°C, y con la más alta es agosto con 28.90°C.

La humedad relativa más alta es de 75.10% y se presenta entre las 09:05 y las 10:05 a.m., asimismo la más baja es de 71.50% entre las 05:05 y 06:05 p.m.

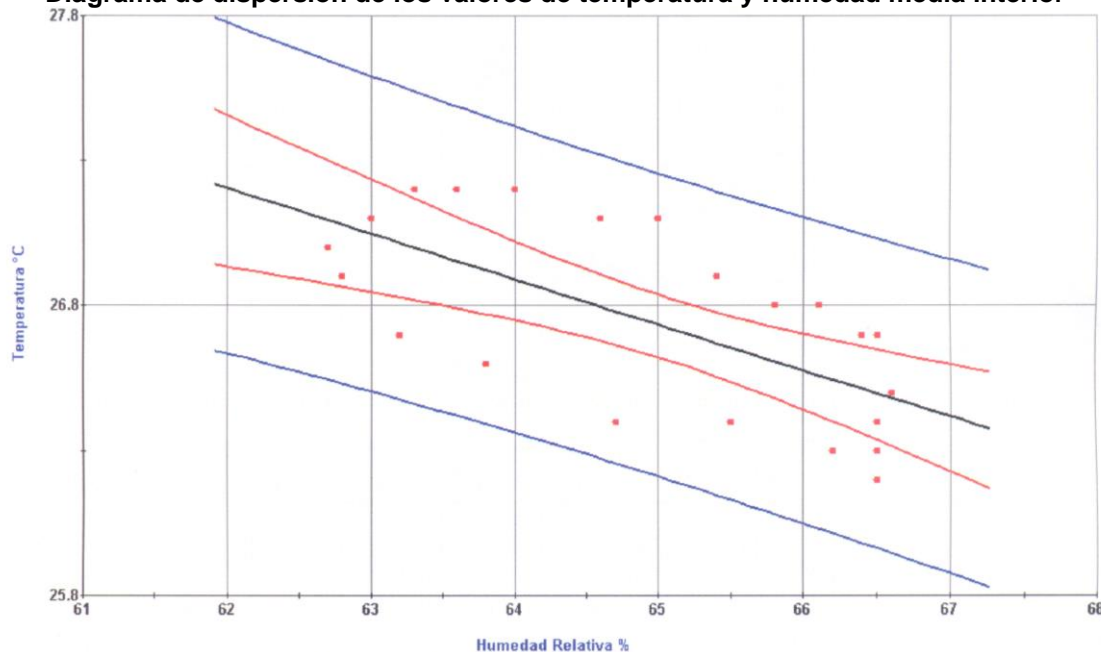
El mes con humedad relativa más baja es marzo con 67.10% y con la más alta es diciembre con 81.60%.

Datos extraídos de las tablas N° 11 y 12.

#### 4.3.24 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media interior según hora-mes en la recámara en 2014

Gráfico N° 29

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media interior



FUENTE: Software G-STATS STUDENT (2015). Gestion: Elaboración Propia.

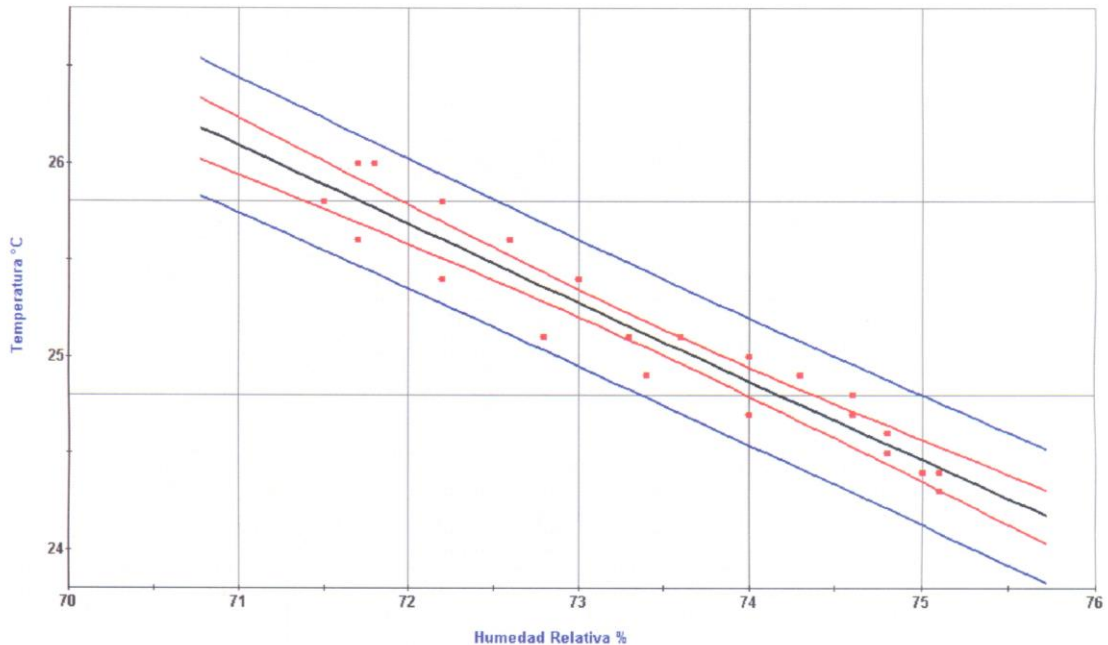
En el gráfico N° 29 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 65.00              | 26.70          |
| Mediana                    | 65.40              | 26.70          |
| Moda                       | 66.50              | 26.30          |
| Media Geométrica           | 65.00              | 26.70          |
| Varianza                   | 2.00               | 0.10           |
| Desviación Típica          | 1.40               | 0.30           |
| Error Estándar de la Media | 0.20               | 0.00           |
| Mínimo                     | 62.70              | 26.20          |
| Máximo                     | 66.60              | 27.20          |

#### 4.3.25 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media exterior según hora-mes en 2014

Gráfico N° 30

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media exterior



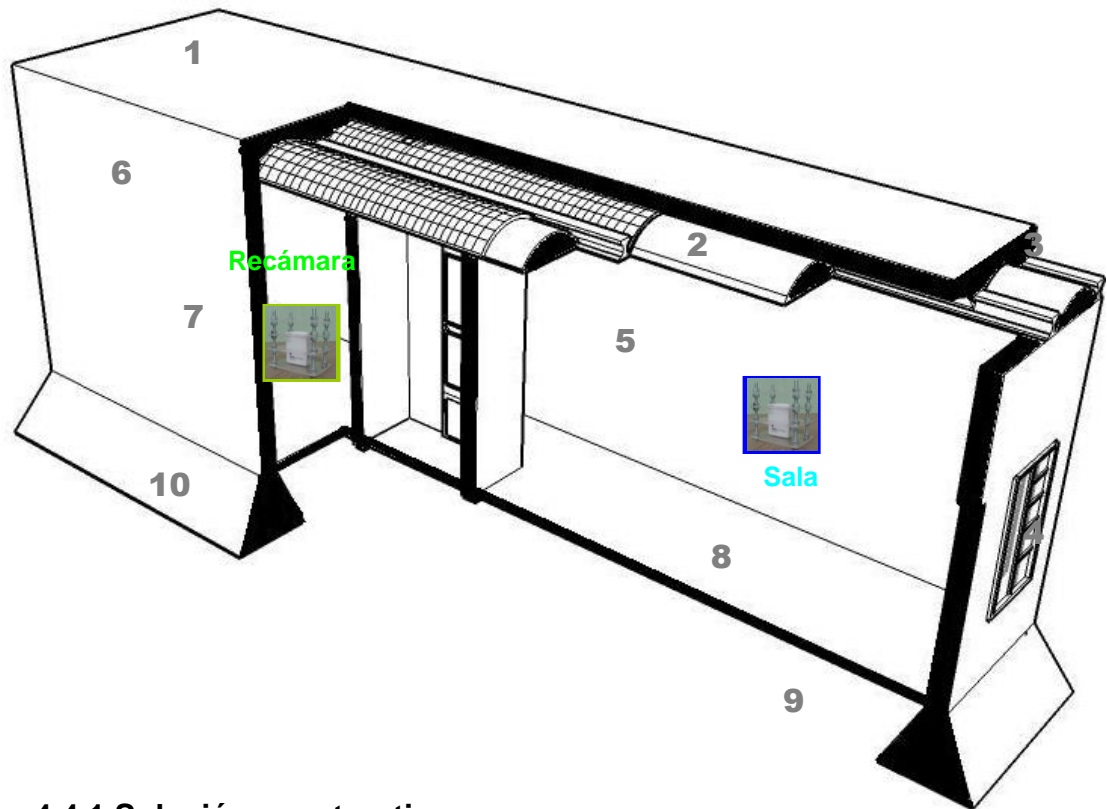
FUENTE: Software G-STAT STUDENT (2015). Gestiona: Elaboración Propia.

En el gráfico N° 30 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 73.40              | 25.10          |
| Mediana                    | 73.50              | 25.00          |
| Moda                       | 74.80              | 25.10          |
| Media Geométrica           | 73.40              | 25.00          |
| Varianza                   | 1.60               | 0.20           |
| Desviación Típica          | 1.20               | 0.50           |
| Error Estándar de la Media | 0.20               | 0.10           |
| Mínimo                     | 71.50              | 24.30          |
| Máximo                     | 75.10              | 26.00          |

#### 4.4 Vivienda tradicional N° 4

Gráfico N° 31  
Isométrico de la vivienda tradicional N° 4



##### 4.4.1 Solución constructiva

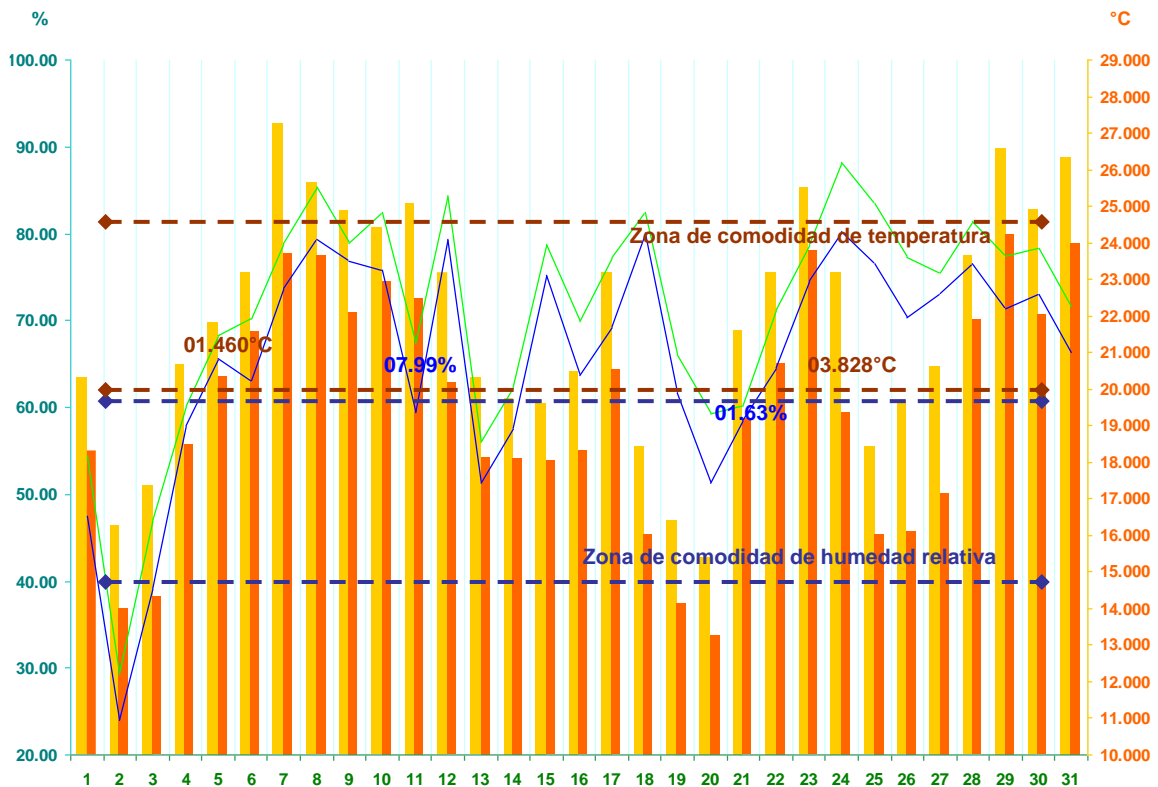
- |    |   |
|----|---|
| 1  | Impermeabilizante a base de emulsión de asfalto con asbesto                       |
| 2  | Cubierta de bóveda curva o catalana   |
| 3  | Pretils de ladrillo de milpa  |
| 4  | Ventanas de fierro fundido a doble hoja de 1.50 de altura x 1.00 m de ancho.      |
| 5  | Aplanados interiores de caliche; cal y arena proporción 1:4                       |
| 6  | Muros de ladrillo de milpa de 0.05 x 0.10 x 0.20 m                                |
| 7  | Aplanados exteriores de caliche; Cal y arena proporción 1:4                       |
| 8  | Mosaico de pasta  |
| 9  | Plantilla de tierra de revestimiento con cascajo de 0.05 m                        |
| 10 | Zapata corrida de piedra brasa con escarpio a 60°                                 |
| 11 | Instalación hidráulica de Tubería galvanizada                                     |
| 12 | Instalación Sanitaria de Fierro fundido unido alquitrán de hulla y sello de plomo |
| 13 | Cañería exterior barro vitrificado  |

FUENTE: Elaboración Propia.

La vivienda contempla alturas interiores de piso a cielorraso de 3.50 m; con un volumen total interior de 124.18 m<sup>3</sup>; un área de cubierta de 35.50 M<sup>2</sup>; un área de la envolvente sin cubierta de 103.18 m<sup>2</sup>; con un área de aberturas en la envolvente de 6.00 m<sup>2</sup>; dando en total un porcentaje de aberturas en la envolvente de 6.00%.

#### 4.4.2 Análisis higrotérmico de la sala en enero, 2014

Gráfico N° 32  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Vivienda tradicional N° 4 en la sala enero de 2014



FUENTE: Hobo N° 13 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 22.287°C                  |
| Límite superior                       | 24.787°C                  |
| Límite inferior                       | 19.787°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 14                        |
| Días demasía de temperatura           | 8                         |
| Días pérdida de temperatura           | 9                         |
| Ampliación mínima de temperatura      | 01.460°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 03.828°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 7                         |
| Días demasía de humedad relativa      | 22                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 2                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 01.63%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 07.99%                    |

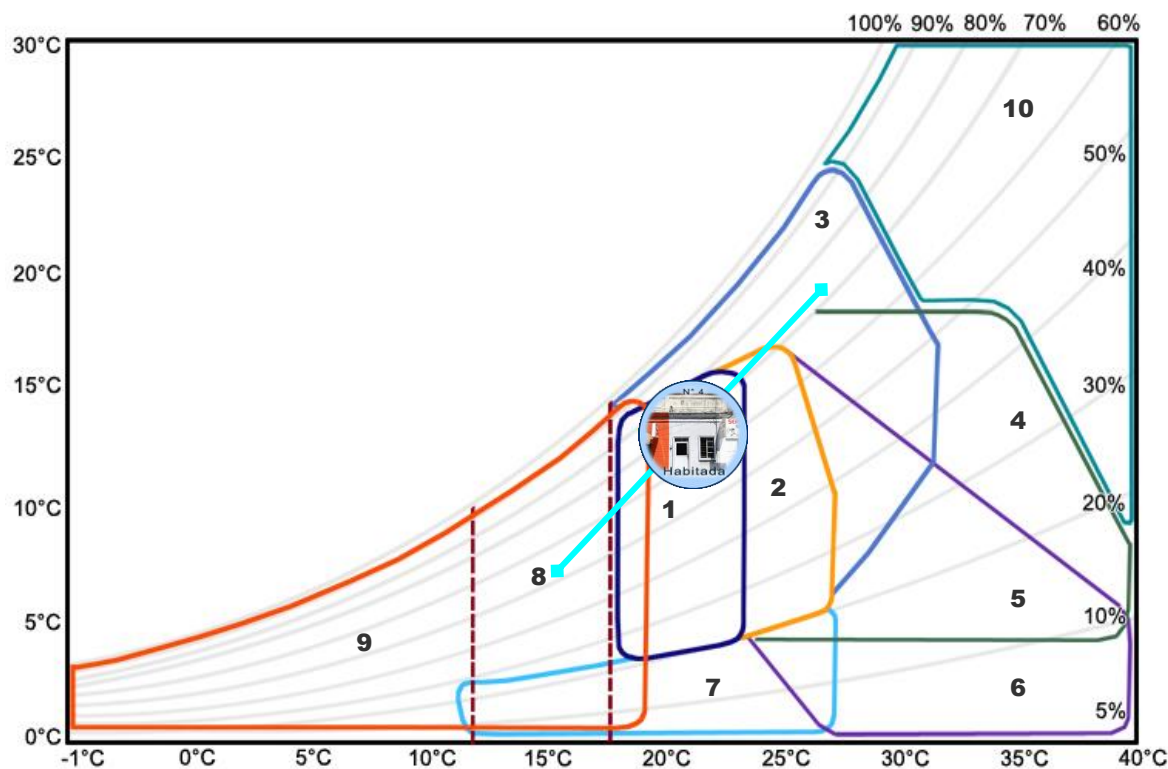


Tabla N° 13  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda tradicional N° 4 en la sala enero de 2014**  
**Zonas de comodidad constante**

| Días     | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|----------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| 1        | Comodidad                 | 20.311         | 18.320         | Comodidad                   | 47.40            | 54.43            |
| 2        | Pérdida                   | 16.290         | 14.007         | Pérdida                     | 24.03            | 29.35            |
| 3        | Pérdida                   | 17.372         | 14.329         | Pérdida                     | 39.22            | 47.01            |
| 4        | Comodidad                 | 20.645         | 18.474         | Comodidad                   | 57.96            | 60.16            |
| 5        | Comodidad                 | 21.813         | 20.353         | Demasia                     | 65.61            | 68.28            |
| 6        | Comodidad                 | 23.187         | 21.562         | Demasia                     | 63.06            | 70.26            |
| 7        | Demasia                   | <b>27.258</b>  | 23.692         | Demasia                     | <b>73.76</b>     | 78.84            |
| 8        | Demasia                   | 25.624         | 23.623         | Demasia                     | 79.40            | 85.39            |
| 9        | Demasia                   | 24.849         | 22.109         | Demasia                     | 76.77            | 78.95            |
| 10       | Comodidad                 | 24.411         | 22.941         | Demasia                     | 75.73            | 82.45            |
| 11       | Demasia                   | 25.088         | 22.492         | Comodidad                   | 59.34            | 67.33            |
| 12       | Comodidad                 | 23.187         | 20.150         | Demasia                     | 79.40            | 84.42            |
| 13       | Comodidad                 | 20.311         | 18.126         | Comodidad                   | 51.33            | 55.96            |
| 14       | Pérdida                   | 19.740         | 18.106         | Comodidad                   | 57.60            | 62.43            |
| 15       | Pérdida                   | 19.589         | 18.042         | Demasia                     | 75.25            | 78.75            |
| 16       | Comodidad                 | 20.488         | 18.303         | Demasia                     | 63.71            | 69.83            |
| 17       | Comodidad                 | 23.187         | 20.527         | Demasia                     | 69.34            | 77.23            |
| 18       | Pérdida                   | 18.426         | 16.037         | Demasia                     | 80.14            | 82.51            |
| 19       | Pérdida                   | 16.430         | 14.125         | Demasia                     | 61.61            | 66.07            |
| 20       | Pérdida                   | <b>15.411</b>  | 13.268         | Comodidad                   | <b>51.33</b>     | 59.28            |
| 21       | Comodidad                 | 21.615         | 19.202         | Comodidad                   | 58.46            | 60.09            |
| 22       | Comodidad                 | 23.187         | 20.693         | Demasia                     | 64.61            | 71.15            |
| 23       | Demasia                   | 25.489         | 23.772         | Demasia                     | 74.59            | 78.73            |
| 24       | Comodidad                 | 23.187         | 19.359         | Demasia                     | 80.28            | 88.21            |
| 25       | Pérdida                   | 18.426         | 16.019         | Demasia                     | 76.55            | 83.48            |
| 26       | Pérdida                   | 19.692         | 16.086         | Demasia                     | 70.33            | 77.34            |
| 27       | Comodidad                 | 20.636         | 17.140         | Demasia                     | 73.08            | 75.56            |
| 28       | Comodidad                 | 23.626         | 21.901         | Demasia                     | 76.51            | 81.36            |
| 29       | Demasia                   | 26.597         | 24.223         | Demasia                     | 71.42            | 77.37            |
| 30       | Demasia                   | 24.913         | 22.040         | Demasia                     | 72.94            | 78.28            |
| 31       | Demasia                   | 26.339         | 23.980         | Demasia                     | 66.20            | 71.52            |
| T. Media |                           | <b>21.849</b>  | <b>19.452</b>  | H. R. Media                 | <b>65.71</b>     | <b>71.03</b>     |

**FUENTE:** Hobo N° 13 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

Gráfico N° 33  
Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para enero de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

#### Variables

Vivienda

Área

Enero y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 15.411°C – 51.33%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

#### Temperatura y humedad relativa interior

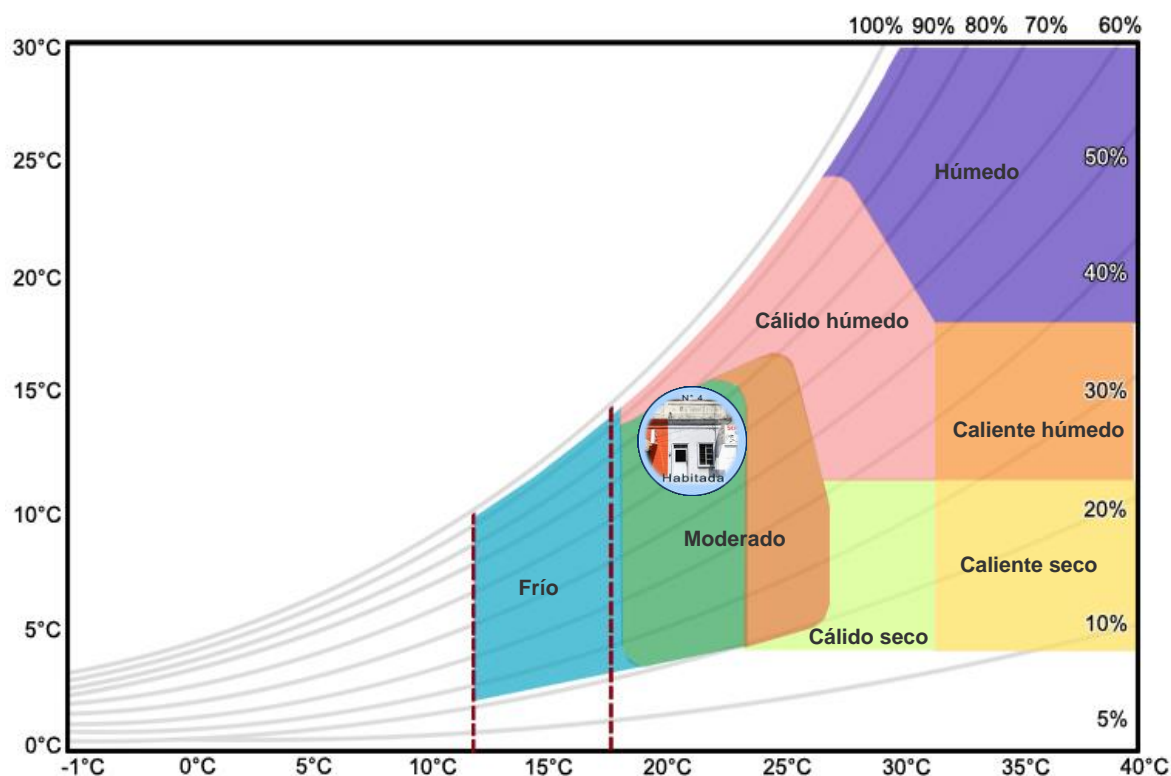
Tradicional N° 4

Sala

T. Máxima con su correspondiente H. R. = 27.258°C – 73.76%

|    |
|----|
| 1  |
| 2  |
| 3  |
| 4  |
| 5  |
| 6  |
| 7  |
| 8  |
| 9  |
| 10 |

Gráfico N° 34  
Clasificación higrotérmica enero de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Variables               | Temperatura y humedad relativa interior |
| Vivienda                | Tradicional N° 4                        |
| Área                    | Sala                                    |
| Enero                   | Moderado                                |
| Clasificación climática |   |
| Moderado                |   |
| Cálido Húmedo           |   |
| Húmedo                  |   |
| Caliente húmedo         |   |
| Caliente seco           |   |
| Cálido seco             |   |
| Frio                    |   |

#### 4.4.3 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 32 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 22.30°C con un límite superior de 24.80°C y un límite inferior de 19.80°C. Presenta un total de 14 días de comodidad, 8 de demasía, y 9 de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 1.50°C, y la máxima es de 3.80°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 7 días de comodidad, 22 de demasía y 2 de pérdida de humedad relativa. La ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 1.60%, y la máxima es de 8.00%.

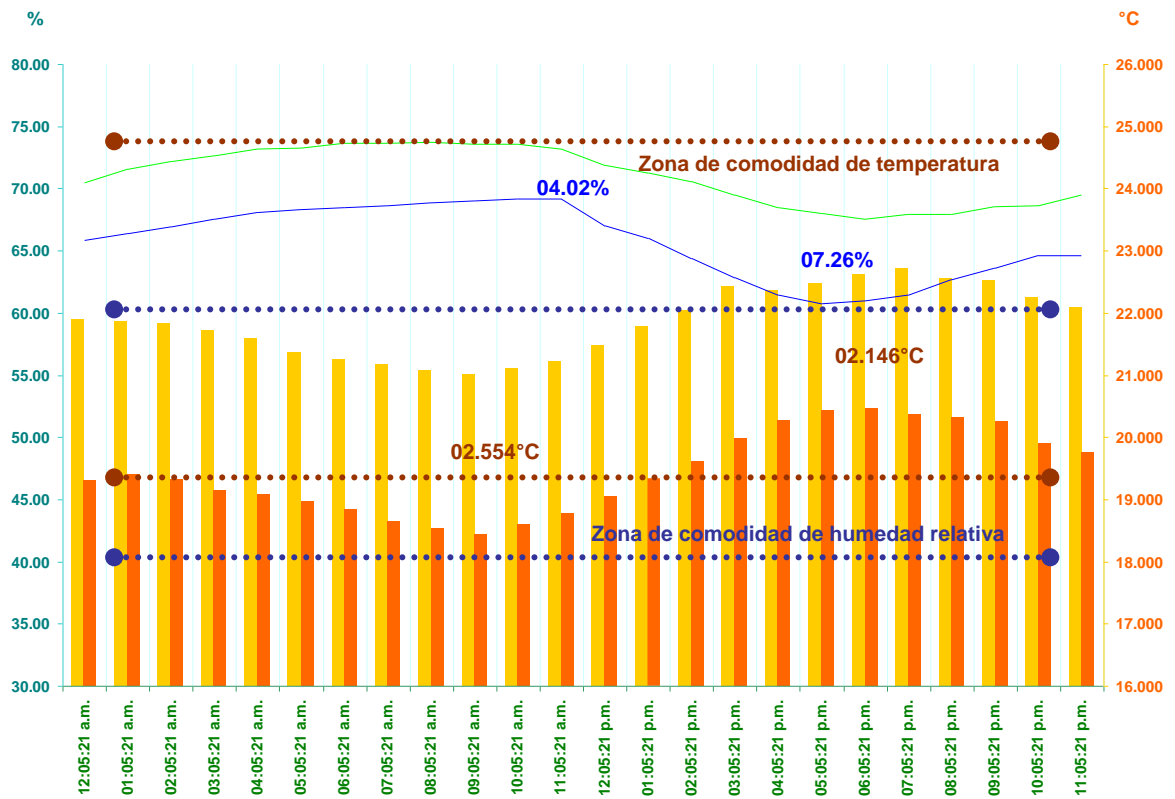
La temperatura media es de 21.80°C al interior, al exterior es de 19.50°C, y la humedad relativa media interior es de 66.00% y al exterior es de 71.00%, según tabla N° 13.

Las recomendaciones emanadas de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior del gráfico N° 33 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 13, son las siguientes: Se encuentra dentro de la zona de comodidad de invierno, requiere ventilación cruzada e induce a una mejor ganancia interna.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 34 de Lechner (2001), es un espacio moderado.

#### 4.4.4 Análisis higrotérmico del día típico de la sala en enero, 2014

Gráfico N° 35  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Día típico de la vivienda tradicional N° 4 en la sala enero de 2014



FUENTE: Hobo N° 13 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                    | Humedad relativa interior |
|---|---------------------------|
| Temperatura Exterior                    | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                     | 22.287°C                  |
| Límite superior                         | 24.787°C                  |
| Límite inferior                         | 19.787°C                  |
| Horas comodidad de temperatura          | 24                        |
| Horas demasía de temperatura            | 0                         |
| Horas pérdida de temperatura            | 0                         |
| Oscilación de temperatura interior      | 01.705°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior      | 02.018°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura        | 02.146°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura        | 02.554°C                  |
| Humedad relativa neutral                | 50.00%                    |
| Límite superior                         | 60.00%                    |
| Límite inferior                         | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa     | 0                         |
| Horas demasía de humedad relativa       | 24                        |
| Horas pérdida de humedad relativa       | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior | 08.43%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior | 06.18%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa   | 04.02%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa   | 07.26%                    |

Tabla N° 14  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico de la vivienda tradicional N° 4 en la sala enero de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior   | T. Exterior   | Calificación Ambiental T. | H. R. Interior | H. R. Exterior |
|---------------|---------------------------|---------------|---------------|---------------------------|----------------|----------------|
| 12:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.886        | 19.304        | Demasia                   | 65.89          | 70.52          |
| 01:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.850        | 19.407        | Demasia                   | 66.38          | 71.56          |
| 02:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.823        | 19.319        | Demasia                   | 66.92          | 72.19          |
| 03:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.712        | 19.141        | Demasia                   | 67.58          | 72.63          |
| 04:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.597        | 19.069        | Demasia                   | 68.07          | 73.17          |
| 05:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.359        | 18.961        | Demasia                   | 68.35          | 73.27          |
| 06:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.253        | 18.845        | Demasia                   | 68.46          | 73.64          |
| 07:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.180        | 18.649        | Demasia                   | 68.62          | 73.65          |
| 08:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.071        | 18.537        | Demasia                   | 68.87          | <b>73.73</b>   |
| 09:05:21 a.m. | Comodidad                 | <u>21.002</u> | <u>18.448</u> | Demasia                   | 69.05          | 73.55          |
| 10:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.102        | 18.604        | Demasia                   | <b>69.20</b>   | 73.57          |
| 11:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.217        | 18.786        | Demasia                   | <u>69.18</u>   | <u>73.20</u>   |
| 12:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.469        | 19.041        | Demasia                   | 67.03          | 71.91          |
| 01:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.785        | 19.344        | Demasia                   | 66.01          | 71.26          |
| 02:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.046        | 19.621        | Demasia                   | 64.41          | 70.57          |
| 03:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.429        | 19.994        | Demasia                   | 62.85          | 69.52          |
| 04:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.371        | 20.274        | Demasia                   | 61.43          | 68.50          |
| 05:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.480        | 20.442        | Demasia                   | <u>60.77</u>   | <u>68.03</u>   |
| 06:05:21 p.m. | Comodidad                 | <u>22.612</u> | <u>20.466</u> | Demasia                   | 60.96          | <b>67.55</b>   |
| 07:05:21 p.m. | Comodidad                 | <b>22.707</b> | 20.381        | Demasia                   | 61.47          | 67.97          |
| 08:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.559        | 20.315        | Demasia                   | 62.67          | 67.98          |
| 09:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.530        | 20.245        | Demasia                   | 63.59          | 68.54          |
| 10:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.250        | 19.893        | Demasia                   | 64.60          | 68.64          |
| 11:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.091        | 19.753        | Demasia                   | 64.60          | 69.48          |
|               | T. Media                  | <b>21.849</b> | <b>19.452</b> | H. R. Media               | <b>65.71</b>   | <b>71.03</b>   |

**FUENTE:** Hobo N° 13 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.4.5 Interpretación de gráfico higrotérmico

El gráfico N° 35 de las zonas de comodidad constante del día típico presenta una temperatura neutral de 22.30°C, con límite superior de +2.50°C y un límite inferior de -2.50°C. Presenta 24 horas de comodidad de temperatura.

La oscilación de temperatura interior es de 1.70°C y la exterior de 2.00°C. Su ampliación mínima de temperatura es de 2.10°C y la máxima de 2.60°C, marcados en la tabla N° 14.

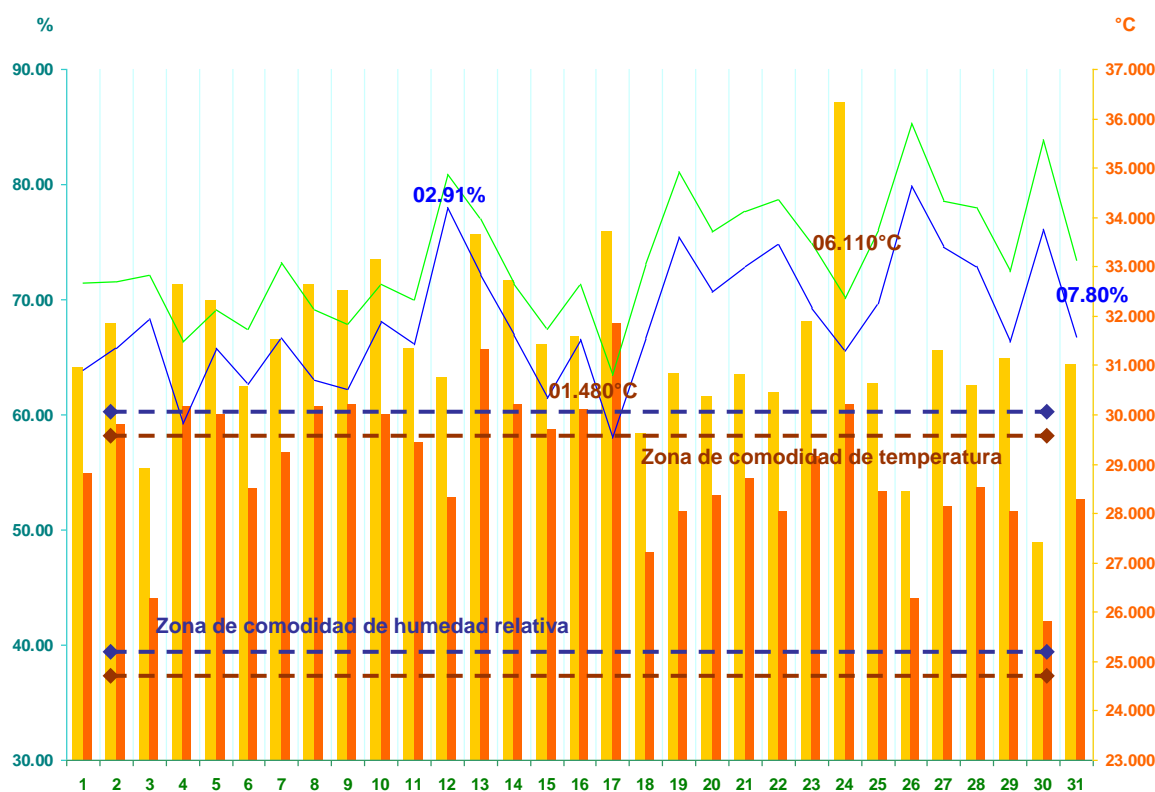
La humedad relativa de comodidad es de 50.00% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 24 horas de demasía, con una oscilación interior de 8.40% y exterior de 6.20%, y el diferencial de ampliación de humedad relativa con respecto a la interior y exterior mínima es de 4.00% y la máxima es de 7.30%.

La temperatura media interior es de 21.80°C, la exterior de 19.50°C, la humedad relativa media interior es de 66.00%, y la exterior es de 71.00% como se expresan en la tabla N° 14.



#### 4.4.6 Análisis higrotérmico de la sala en agosto, 2014

Gráfico N° 36  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Vivienda tradicional N° 4 en la sala agosto de 2014



FUENTE: Hobo N° 13 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

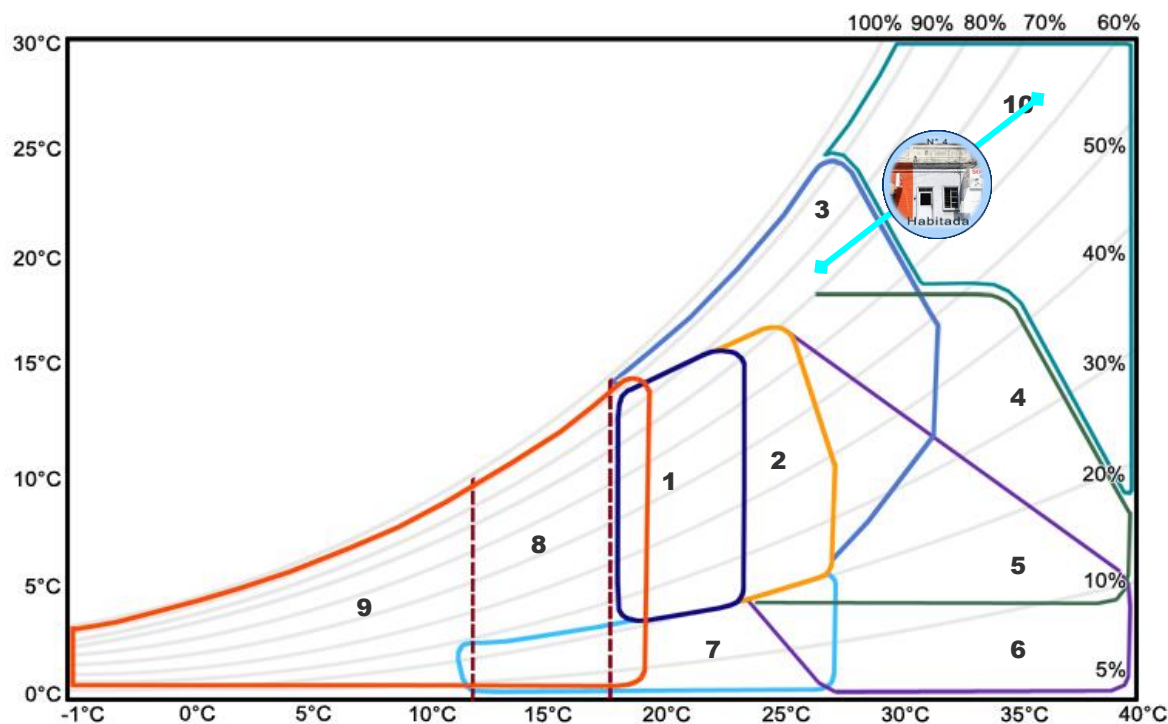
| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 27.355°C                  |
| Límite superior                       | 29.855°C                  |
| Límite inferior                       | 24.855°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 4                         |
| Días demasía de temperatura           | 27                        |
| Días pérdida de temperatura           | 0                         |
| Ampliación mínima de temperatura      | 01.480°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 06.110°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 2                         |
| Días demasía de humedad relativa      | 29                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 0                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 02.91%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 07.80%                    |

Tabla N° 15  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda tradicional N° 4 en la sala agosto de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Días     | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|----------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| 1        | Demasia                   | 30.948         | 28.808         | Demasia                     | 63.94            | 71.45            |
| 2        | Demasia                   | 31.837         | 29.803         | Demasia                     | 65.83            | 71.53            |
| 3        | Comodidad                 | 28.903         | 26.268         | Demasia                     | 68.34            | 72.16            |
| 4        | Demasia                   | 32.652         | 30.143         | Comodidad                   | 59.24            | 66.35            |
| 5        | Demasia                   | 32.309         | 30.013         | Demasia                     | 65.83            | 69.16            |
| 6        | Demasia                   | 30.559         | 28.485         | Demasia                     | 62.66            | 67.39            |
| 7        | Demasia                   | 31.538         | 29.227         | Demasia                     | 66.71            | 73.28            |
| 8        | Demasia                   | 32.636         | 30.147         | Demasia                     | 62.99            | 69.09            |
| 9        | Demasia                   | 32.527         | 30.201         | Demasia                     | 62.27            | 67.87            |
| 10       | Demasia                   | 33.137         | 29.997         | Demasia                     | 68.16            | 71.31            |
| 11       | Demasia                   | 31.340         | 29.436         | Demasia                     | 66.11            | 70.00            |
| 12       | Demasia                   | 30.752         | 28.324         | Demasia                     | 78.01            | 80.91            |
| 13       | Demasia                   | 33.668         | 31.316         | Demasia                     | 72.12            | 77.05            |
| 14       | Demasia                   | 32.713         | 30.219         | Demasia                     | 66.91            | 71.31            |
| 15       | Demasia                   | 31.416         | 29.687         | Demasia                     | 61.40            | 67.41            |
| 16       | Demasia                   | 31.584         | 30.105         | Demasia                     | 66.53            | 71.37            |
| 17       | Demasia                   | 33.698         | 31.851         | Comodidad                   | 58.01            | 63.46            |
| 18       | Comodidad                 | 29.619         | 27.210         | Demasia                     | 66.71            | 73.09            |
| 19       | Demasia                   | 30.832         | 28.025         | Demasia                     | 75.45            | 81.10            |
| 20       | Demasia                   | 30.374         | 28.378         | Demasia                     | 70.71            | 75.85            |
| 21       | Demasia                   | 30.806         | 28.703         | Demasia                     | 72.94            | 77.61            |
| 22       | Demasia                   | 30.433         | 28.025         | Demasia                     | 74.79            | 78.69            |
| 23       | Demasia                   | 31.901         | 29.155         | Demasia                     | 69.21            | 74.87            |
| 24       | Demasia                   | <b>36.315</b>  | 30.205         | Demasia                     | <b>65.59</b>     | 70.15            |
| 25       | Demasia                   | 30.618         | 28.445         | Demasia                     | 69.70            | 76.09            |
| 26       | Comodidad                 | 28.447         | 26.279         | Demasia                     | 79.84            | 85.39            |
| 27       | Demasia                   | 31.290         | 28.135         | Demasia                     | 74.56            | 78.60            |
| 28       | Demasia                   | 30.601         | 28.512         | Demasia                     | 72.84            | 77.95            |
| 29       | Demasia                   | 31.147         | 28.028         | Demasia                     | 66.36            | 72.46            |
| 30       | Comodidad                 | <b>27.409</b>  | 25.801         | Demasia                     | <b>76.11</b>     | 83.91            |
| 31       | Demasia                   | 31.007         | 28.283         | Demasia                     | 66.70            | 73.35            |
| T. Media |                           | <b>31.388</b>  | <b>28.942</b>  | H. R. Media                 | <b>68.28</b>     | <b>73.56</b>     |

**FUENTE:** Hobo N° 13 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

Gráfico N° 37  
Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para agosto de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

## Variables

Vivienda

Área

Agosto y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 27.409°C – 76.11%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

## Temperatura y humedad relativa interior

Tradicional N° 4

Sala



T. Máxima con su correspondiente H. R. = 36.315°C – 65.59%

1

2

3

4

5

6

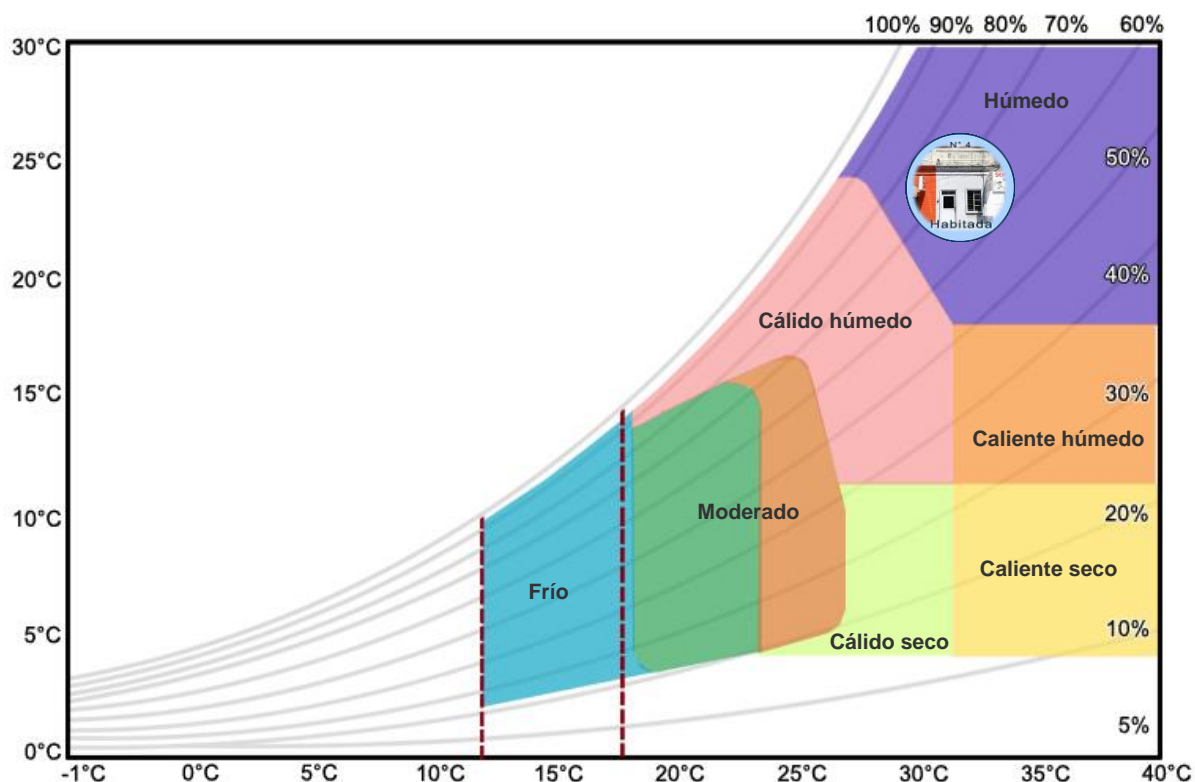
7

8

9

10

Gráfico N° 38  
Clasificación higrotérmica agosto de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Variables

Vivienda

Área

Agosto

Clasificación climática

Moderado

Cálido Húmedo

Húmedo

Caliente húmedo

Caliente seco

Cálido seco

Frío

Temperatura y humedad relativa interior

Tradicional N° 4

Sala

Húmedo

#### 4.4.7 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 36 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 27.40°C con un límite superior de 29.90°C y un límite inferior de 24.90°C. Presenta un total de 4 días de comodidad, 27 de demasía, y ninguno de pérdida de temperatura. El diferencial de ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 1.50°C, y la máxima es de 6.10°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 2 días de comodidad, 29 de demasía y 0 de pérdida de humedad relativa. La ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 2.90%, y la máxima es de 8.00%.

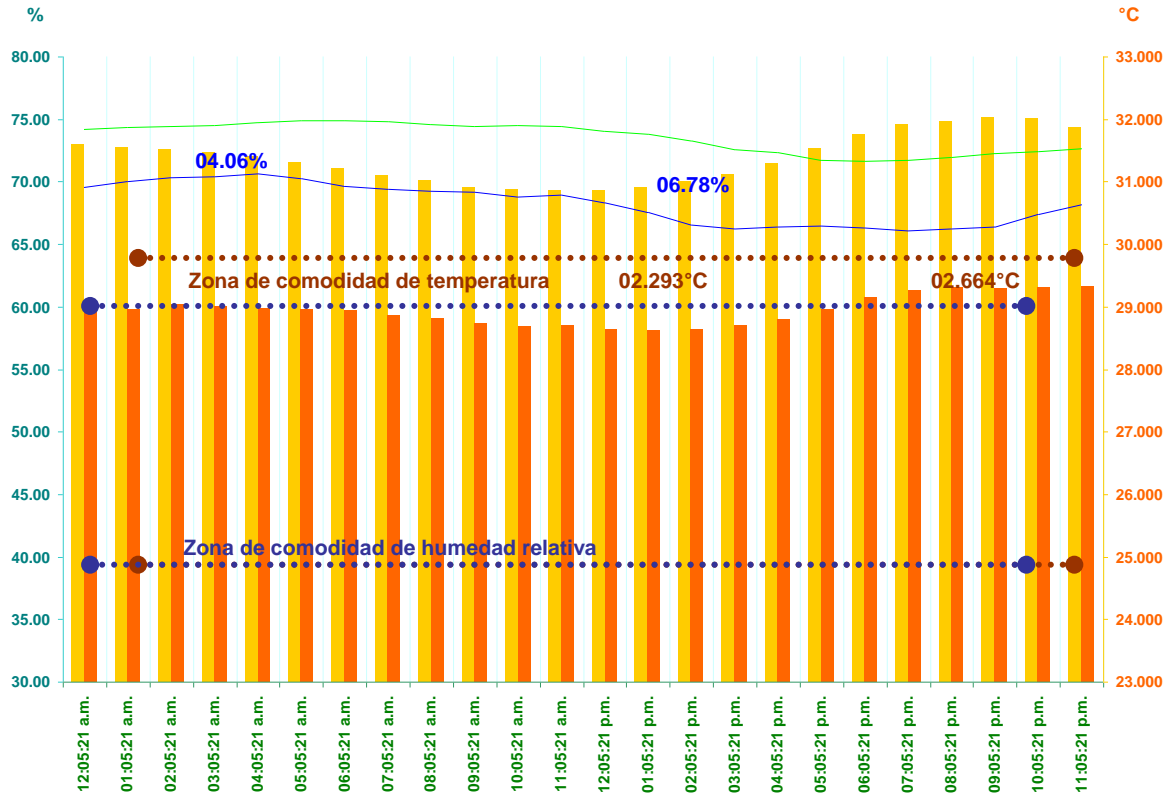
La temperatura media es de 31.40°C al interior, al exterior es de 28.90°C, y la humedad relativa media interior es de 68.30% y al exterior es de 73.60%, según tabla N° 15.

Las recomendaciones emanadas de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior del gráfico N° 37 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 15, son las siguientes: Demanda ventilación cruzada e interpela por la deshumidificación del espacio.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 38 de Lechner (2001), es un espacio húmedo.

#### 4.4.8 Análisis higrotérmico del día típico de la sala en agosto, 2014

Gráfico N° 39  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Día típico de la vivienda tradicional N° 4 en la sala agosto de 2014



FUENTE: Hobo N° 13 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                    | Humedad relativa interior |
|---|---------------------------|
| Temperatura Exterior                    | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                     | 27.355°C                  |
| Límite superior                         | 29.855°C                  |
| Límite inferior                         | 24.855°C                  |
| Horas comodidad de temperatura          | 0                         |
| Horas demasía de temperatura            | 24                        |
| Horas pérdida de temperatura            | 0                         |
| Oscilación de temperatura interior      | 01.157°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior      | 00.697°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura        | 02.293°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura        | 02.664°C                  |
| Humedad relativa neutral                | 50.00%                    |
| Límite superior                         | 60.00%                    |
| Límite inferior                         | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa     | 0                         |
| Horas demasía de humedad relativa       | 24                        |
| Horas pérdida de humedad relativa       | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior | 04.52%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior | 03.31%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa   | 04.06%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa   | 06.78%                    |

Tabla N° 16  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico de la vivienda tradicional N° 4 en la sala agosto de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior   | T. Exterior   | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior | H. R. Exterior |
|---------------|---------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| 12:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.597        | 28.968        | Demasía                     | 69.57          | 74.22          |
| 01:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.554        | 28.962        | Demasía                     | 70.07          | 74.33          |
| 02:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.523        | 29.046        | Demasía                     | 70.32          | 74.44          |
| 03:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.477        | 29.017        | Demasía                     | <u>70.44</u>   | <u>74.50</u>   |
| 04:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.402        | 28.976        | Demasía                     | <b>70.65</b>   | 74.74          |
| 05:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.315        | 28.947        | Demasía                     | 70.25          | 74.89          |
| 06:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.212        | 28.941        | Demasía                     | 69.67          | <b>74.94</b>   |
| 07:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.095        | 28.861        | Demasía                     | 69.43          | 74.85          |
| 08:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.018        | 28.806        | Demasía                     | 69.24          | 74.59          |
| 09:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.917        | 28.739        | Demasía                     | 69.14          | 74.47          |
| 10:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.882        | 28.687        | Demasía                     | 68.82          | 74.54          |
| 11:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.874        | 28.706        | Demasía                     | 68.93          | 74.41          |
| 12:05:21 p.m. | Demasía                   | <b>30.868</b> | 28.635        | Demasía                     | 68.32          | 74.06          |
| 01:05:21 p.m. | Demasía                   | <u>30.914</u> | <b>28.621</b> | Demasía                     | 67.56          | 73.78          |
| 02:05:21 p.m. | Demasía                   | 31.006        | 28.647        | Demasía                     | <u>66.52</u>   | <u>73.30</u>   |
| 03:05:21 p.m. | Demasía                   | 31.118        | 28.700        | Demasía                     | 66.27          | 72.54          |
| 04:05:21 p.m. | Demasía                   | 31.302        | 28.799        | Demasía                     | 66.38          | 72.33          |
| 05:05:21 p.m. | Demasía                   | 31.530        | 28.944        | Demasía                     | 66.46          | 71.74          |
| 06:05:21 p.m. | Demasía                   | 31.761        | 29.147        | Demasía                     | 66.31          | <b>71.63</b>   |
| 07:05:21 p.m. | Demasía                   | 31.925        | 29.263        | Demasía                     | <b>66.13</b>   | 71.73          |
| 08:05:21 p.m. | Demasía                   | <u>31.962</u> | <u>29.298</u> | Demasía                     | 66.21          | 71.97          |
| 09:05:21 p.m. | Demasía                   | <b>32.025</b> | 29.295        | Demasía                     | 66.41          | 72.24          |
| 10:05:21 p.m. | Demasía                   | 32.006        | 29.298        | Demasía                     | 67.40          | 72.43          |
| 11:05:21 p.m. | Demasía                   | 31.870        | <b>29.318</b> | Demasía                     | 68.16          | 72.66          |
|               | T. Media                  | <b>31.381</b> | <b>28.943</b> | H. R. Media                 | <b>68.28</b>   | <b>73.56</b>   |

**FUENTE:** Hobo N° 13 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.



#### 4.4.9 Interpretación de gráficos higrotérmicos

El gráfico N° 39 de las zonas de comodidad constante del día típico presenta una temperatura neutral de 27.40°C, con límite superior de +2.50°C y un límite inferior de -2.50°C. Presenta 24 horas de comodidad de temperatura.

La oscilación de temperatura interior es de 1.20°C y la exterior de 0.70°C. Su ampliación mínima de temperatura es de 2.30°C y la máxima de 2.70°C, marcados en la tabla N° 16.

La humedad relativa de comodidad es de 50.00% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 24 horas de demasía de humedad relativa, con una oscilación interior de 4.50% y exterior de 3.30%, y un diferencial de ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 4.00% y la máxima es de 6.80%.

La temperatura media interior es de 31.40°C, la exterior de 28.90°C, la humedad relativa media interior es de 68.30%, y la exterior es de 73.60% como se expresan en la tabla N° 16.

#### 4.4.10 Análisis de los valores de temperatura y humedad media según hora-mes de la sala

Tabla N° 17  
Vivienda tradicional N° 4 en la sala en 2014  
Temperatura media según hora-mes

| Hora / Mes<br>T. Int. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 21.9 | 25.3 | 25.8 | 28.2 | 31.1 | 30.9 | 30.3 | 31.6 | 29.4 | 29.2 | 26.9 | 25.0 | 28.0  |
| 01:05:21 a.m.            | 21.9 | 25.2 | 25.8 | 28.1 | 31.1 | 30.9 | 30.3 | 31.6 | 29.3 | 29.2 | 26.8 | 24.9 | 27.9  |
| 02:05:21 a.m.            | 21.8 | 25.1 | 25.7 | 28.0 | 31.1 | 30.9 | 30.3 | 31.5 | 29.3 | 29.1 | 26.7 | 24.9 | 27.9  |
| 03:05:21 a.m.            | 21.7 | 25.0 | 25.6 | 27.9 | 31.1 | 30.8 | 30.2 | 31.5 | 29.2 | 29.1 | 26.7 | 24.9 | 27.8  |
| 04:05:21 a.m.            | 21.6 | 24.8 | 25.5 | 27.8 | 31.0 | 30.8 | 30.2 | 31.4 | 29.1 | 28.9 | 26.5 | 24.8 | 27.7  |
| 05:05:21 a.m.            | 21.4 | 24.6 | 25.3 | 27.6 | 30.9 | 30.7 | 30.1 | 31.3 | 29.0 | 28.8 | 26.4 | 24.7 | 27.6  |
| 06:05:21 a.m.            | 21.3 | 24.7 | 25.3 | 27.5 | 30.8 | 30.6 | 30.1 | 31.2 | 28.9 | 28.7 | 26.4 | 24.7 | 27.5  |
| 07:05:21 a.m.            | 21.2 | 24.7 | 25.2 | 27.4 | 30.7 | 30.5 | 30.0 | 31.1 | 28.8 | 28.6 | 26.3 | 24.6 | 27.4  |
| 08:05:21 a.m.            | 21.1 | 24.7 | 25.0 | 27.3 | 30.5 | 30.5 | 29.9 | 31.0 | 28.8 | 28.4 | 26.2 | 24.5 | 27.3  |
| 09:05:21 a.m.            | 21.0 | 24.6 | 24.9 | 27.1 | 30.4 | 30.4 | 29.8 | 30.9 | 28.6 | 27.8 | 25.8 | 24.4 | 27.2  |
| 10:05:21 a.m.            | 21.1 | 25.0 | 25.0 | 27.6 | 30.4 | 30.4 | 29.8 | 30.9 | 28.6 | 27.9 | 25.6 | 24.0 | 27.2  |
| 11:05:21 a.m.            | 21.2 | 24.7 | 25.1 | 27.5 | 30.5 | 30.4 | 29.9 | 30.9 | 28.7 | 28.2 | 25.8 | 24.0 | 27.2  |
| 12:05:21 p.m.            | 21.5 | 24.7 | 25.3 | 27.6 | 30.5 | 30.4 | 29.8 | 30.9 | 28.8 | 28.4 | 26.1 | 24.2 | 27.4  |
| 01:05:21 p.m.            | 21.8 | 24.8 | 25.5 | 27.7 | 30.6 | 30.4 | 29.8 | 30.9 | 28.8 | 28.5 | 26.3 | 24.3 | 27.5  |
| 02:05:21 p.m.            | 22.0 | 25.0 | 25.7 | 27.9 | 30.7 | 30.5 | 29.8 | 31.0 | 28.9 | 28.8 | 26.5 | 24.5 | 27.6  |
| 03:05:21 p.m.            | 22.4 | 25.3 | 26.0 | 28.0 | 30.8 | 30.6 | 29.8 | 31.1 | 29.0 | 29.0 | 26.7 | 24.7 | 27.8  |
| 04:05:21 p.m.            | 22.4 | 25.4 | 26.2 | 28.2 | 31.0 | 30.7 | 29.9 | 31.3 | 29.2 | 29.1 | 26.7 | 24.8 | 27.9  |
| 05:05:21 p.m.            | 22.5 | 25.6 | 26.3 | 28.3 | 31.1 | 30.9 | 30.0 | 31.5 | 29.4 | 29.1 | 26.7 | 24.9 | 28.0  |
| 06:05:21 p.m.            | 22.6 | 25.7 | 26.4 | 28.3 | 31.2 | 31.1 | 30.1 | 31.8 | 29.7 | 29.1 | 26.6 | 24.9 | 28.1  |
| 07:05:21 p.m.            | 22.7 | 25.8 | 26.4 | 28.4 | 31.4 | 31.3 | 30.3 | 31.9 | 29.8 | 29.1 | 26.6 | 24.9 | 28.2  |
| 08:05:21 p.m.            | 22.6 | 26.0 | 26.4 | 28.6 | 31.3 | 31.3 | 30.3 | 32.0 | 29.8 | 29.1 | 26.7 | 24.9 | 28.2  |
| 09:05:21 p.m.            | 22.5 | 26.1 | 26.4 | 28.7 | 31.3 | 31.3 | 30.3 | 32.0 | 29.6 | 29.1 | 26.7 | 24.9 | 28.3  |
| 10:05:21 p.m.            | 22.2 | 25.7 | 26.3 | 28.7 | 31.3 | 31.3 | 30.4 | 32.0 | 29.7 | 29.1 | 26.7 | 25.0 | 28.2  |
| 11:05:21 p.m.            | 22.1 | 25.5 | 26.2 | 28.5 | 31.2 | 31.3 | 30.3 | 31.9 | 29.7 | 29.1 | 26.8 | 25.1 | 28.1  |
| Media                    | 21.8 | 25.2 | 25.7 | 28.0 | 30.9 | 30.8 | 30.1 | 31.4 | 29.2 | 28.8 | 26.5 | 24.7 |       |

| Hora / Mes<br>T. Ext. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 19.3 | 22.3 | 23.4 | 25.4 | 28.9 | 28.5 | 27.9 | 29.0 | 27.2 | 25.5 | 23.2 | 20.8 | 25.1  |
| 01:05:21 a.m.            | 19.4 | 22.2 | 23.3 | 25.4 | 28.8 | 28.4 | 27.8 | 29.0 | 27.1 | 25.4 | 23.2 | 20.7 | 25.1  |
| 02:05:21 a.m.            | 19.3 | 22.2 | 23.3 | 25.4 | 28.7 | 28.5 | 27.7 | 29.0 | 27.0 | 25.4 | 23.2 | 20.7 | 25.0  |
| 03:05:21 a.m.            | 19.1 | 22.0 | 23.1 | 25.4 | 28.6 | 28.4 | 27.6 | 29.0 | 26.9 | 25.2 | 23.1 | 20.5 | 24.9  |
| 04:05:21 a.m.            | 19.1 | 21.9 | 23.0 | 25.2 | 28.4 | 28.3 | 27.5 | 29.0 | 26.9 | 25.1 | 23.0 | 20.4 | 24.8  |
| 05:05:21 a.m.            | 19.0 | 21.7 | 22.7 | 25.1 | 28.3 | 28.2 | 27.4 | 28.9 | 26.8 | 25.0 | 22.7 | 20.2 | 24.7  |
| 06:05:21 a.m.            | 18.8 | 21.7 | 22.6 | 25.0 | 28.1 | 28.2 | 27.3 | 28.9 | 26.7 | 24.9 | 22.6 | 20.1 | 24.6  |
| 07:05:21 a.m.            | 18.6 | 21.9 | 22.6 | 24.9 | 28.0 | 28.1 | 27.1 | 28.9 | 26.6 | 24.9 | 22.6 | 20.1 | 24.5  |
| 08:05:21 a.m.            | 18.5 | 21.8 | 22.5 | 24.7 | 27.8 | 27.8 | 27.0 | 28.8 | 26.5 | 24.8 | 22.5 | 20.0 | 24.4  |
| 09:05:21 a.m.            | 18.4 | 21.9 | 22.5 | 24.7 | 27.7 | 27.8 | 26.9 | 28.7 | 26.4 | 24.8 | 22.4 | 19.9 | 24.3  |
| 10:05:21 a.m.            | 18.6 | 22.0 | 22.5 | 24.8 | 27.7 | 28.1 | 27.2 | 28.7 | 26.4 | 24.8 | 22.5 | 19.9 | 24.4  |
| 11:05:21 a.m.            | 18.8 | 22.2 | 22.5 | 25.0 | 27.8 | 28.1 | 27.2 | 28.7 | 26.5 | 24.9 | 22.5 | 20.0 | 24.5  |
| 12:05:21 p.m.            | 19.0 | 22.5 | 22.8 | 25.3 | 27.9 | 28.1 | 27.3 | 28.6 | 26.5 | 25.2 | 22.6 | 20.2 | 24.7  |
| 01:05:21 p.m.            | 19.3 | 22.8 | 23.1 | 25.6 | 28.1 | 28.2 | 27.4 | 28.6 | 26.6 | 25.2 | 22.9 | 20.5 | 24.9  |
| 02:05:21 p.m.            | 19.6 | 23.1 | 23.5 | 26.0 | 28.4 | 28.4 | 27.6 | 28.6 | 26.7 | 25.5 | 23.1 | 20.8 | 25.1  |
| 03:05:21 p.m.            | 20.0 | 23.5 | 23.9 | 26.4 | 28.7 | 28.5 | 27.9 | 28.7 | 26.8 | 25.7 | 23.4 | 21.2 | 25.4  |
| 04:05:21 p.m.            | 20.3 | 23.8 | 24.0 | 26.7 | 29.0 | 28.6 | 28.1 | 28.8 | 27.0 | 26.0 | 23.5 | 21.6 | 25.6  |
| 05:05:21 p.m.            | 20.4 | 24.0 | 24.1 | 26.9 | 29.3 | 28.7 | 28.4 | 28.9 | 27.2 | 26.2 | 23.6 | 21.9 | 25.8  |
| 06:05:21 p.m.            | 20.5 | 23.8 | 24.2 | 26.4 | 29.6 | 28.6 | 28.5 | 29.1 | 27.3 | 26.2 | 23.8 | 22.0 | 25.8  |
| 07:05:21 p.m.            | 20.4 | 23.9 | 24.3 | 26.7 | 29.8 | 28.6 | 28.8 | 29.3 | 27.4 | 26.5 | 23.9 | 22.0 | 26.0  |
| 08:05:21 p.m.            | 20.3 | 24.2 | 24.1 | 26.8 | 29.7 | 28.7 | 28.8 | 29.3 | 27.4 | 26.5 | 23.8 | 22.1 | 26.0  |
| 09:05:21 p.m.            | 20.2 | 24.1 | 23.8 | 26.3 | 29.6 | 28.7 | 28.6 | 29.3 | 27.5 | 26.0 | 23.8 | 22.2 | 25.8  |
| 10:05:21 p.m.            | 19.9 | 23.6 | 23.5 | 26.1 | 29.5 | 28.7 | 28.5 | 29.3 | 27.5 | 25.8 | 23.5 | 21.5 | 25.6  |
| 11:05:21 p.m.            | 19.8 | 23.4 | 23.2 | 25.6 | 29.4 | 28.7 | 28.2 | 29.3 | 27.5 | 25.6 | 23.3 | 21.3 | 25.4  |
| Media                    | 19.5 | 22.8 | 23.3 | 25.7 | 28.7 | 28.4 | 27.8 | 28.9 | 26.9 | 25.5 | 23.1 | 20.9 |       |

FUENTE: Hobo N° 13 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

**Tabla N° 18**  
**Vivienda tradicional N° 4 en la sala en 2014**  
**Humedad relativa media según hora-mes**

| Hora / Mes<br>H. R. Int. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 65.9 | 66.3 | 62.2 | 67.1 | 69.5 | 67.1 | 71.1 | 69.6 | 69.1 | 69.9 | 71.6 | 72.8 | 68.5  |
| 01:05:21 a.m.              | 66.4 | 66.6 | 62.6 | 67.4 | 69.9 | 67.5 | 71.4 | 70.1 | 69.6 | 70.1 | 71.7 | 73.0 | 68.8  |
| 02:05:21 a.m.              | 66.9 | 66.9 | 62.7 | 67.6 | 70.2 | 68.2 | 71.6 | 70.3 | 70.4 | 70.8 | 71.9 | 73.0 | 69.2  |
| 03:05:21 a.m.              | 67.6 | 67.0 | 63.0 | 67.4 | 70.4 | 68.2 | 71.8 | 70.4 | 70.6 | 71.5 | 72.1 | 73.0 | 69.4  |
| 04:05:21 a.m.              | 68.1 | 67.4 | 63.1 | 67.3 | 70.6 | 68.4 | 72.1 | 70.6 | 70.9 | 71.8 | 72.5 | 72.8 | 69.6  |
| 05:05:21 a.m.              | 68.3 | 67.8 | 63.1 | 67.1 | 70.3 | 68.6 | 72.2 | 70.3 | 71.1 | 72.3 | 72.7 | 72.4 | 69.7  |
| 06:05:21 a.m.              | 68.5 | 68.0 | 63.2 | 66.9 | 70.3 | 68.9 | 72.2 | 69.7 | 71.4 | 72.7 | 73.0 | 72.3 | 69.7  |
| 07:05:21 a.m.              | 68.6 | 68.2 | 62.9 | 66.6 | 69.9 | 69.0 | 72.3 | 69.4 | 71.5 | 72.9 | 73.0 | 72.2 | 69.7  |
| 08:05:21 a.m.              | 68.9 | 68.3 | 63.2 | 66.5 | 69.9 | 69.1 | 72.3 | 69.2 | 71.6 | 73.0 | 72.7 | 72.0 | 69.7  |
| 09:05:21 a.m.              | 69.1 | 68.5 | 63.2 | 66.5 | 69.8 | 69.2 | 72.1 | 69.1 | 72.2 | 74.7 | 73.1 | 71.6 | 69.9  |
| 10:05:21 a.m.              | 69.2 | 69.0 | 63.3 | 66.5 | 69.9 | 69.1 | 72.2 | 68.8 | 71.6 | 74.0 | 73.9 | 72.1 | 70.0  |
| 11:05:21 a.m.              | 69.2 | 69.0 | 63.3 | 66.0 | 69.6 | 68.8 | 72.0 | 68.9 | 70.4 | 72.1 | 72.3 | 72.0 | 69.5  |
| 12:05:21 p.m.              | 67.0 | 68.5 | 62.6 | 65.9 | 69.5 | 68.2 | 71.9 | 68.3 | 69.5 | 70.4 | 70.5 | 71.8 | 68.7  |
| 01:05:21 p.m.              | 66.0 | 68.2 | 62.1 | 64.8 | 68.8 | 67.5 | 71.6 | 67.6 | 68.3 | 68.6 | 68.2 | 71.0 | 67.7  |
| 02:05:21 p.m.              | 64.4 | 67.9 | 61.3 | 63.9 | 67.8 | 67.1 | 71.0 | 66.5 | 67.7 | 67.2 | 66.6 | 70.1 | 66.8  |
| 03:05:21 p.m.              | 62.9 | 67.6 | 61.0 | 63.5 | 67.1 | 67.0 | 70.4 | 66.3 | 66.8 | 66.1 | 66.3 | 69.4 | 66.2  |
| 04:05:21 p.m.              | 61.4 | 67.1 | 60.5 | 63.1 | 66.8 | 66.6 | 69.9 | 66.4 | 66.8 | 65.1 | 66.5 | 69.4 | 65.8  |
| 05:05:21 p.m.              | 60.8 | 67.0 | 60.4 | 63.1 | 66.8 | 66.6 | 69.4 | 66.5 | 66.6 | 65.3 | 67.0 | 69.7 | 65.7  |
| 06:05:21 p.m.              | 61.0 | 66.8 | 60.8 | 63.1 | 66.9 | 66.3 | 69.6 | 66.3 | 66.4 | 67.0 | 67.9 | 70.4 | 66.0  |
| 07:05:21 p.m.              | 61.5 | 66.9 | 61.2 | 63.1 | 66.5 | 65.9 | 69.4 | 66.1 | 66.8 | 68.5 | 69.0 | 71.4 | 66.4  |
| 08:05:21 p.m.              | 62.7 | 66.9 | 61.7 | 63.4 | 66.2 | 66.0 | 69.0 | 66.2 | 66.8 | 69.6 | 69.5 | 72.2 | 66.7  |
| 09:05:21 p.m.              | 63.6 | 67.1 | 62.0 | 63.8 | 66.5 | 66.5 | 69.0 | 66.4 | 67.5 | 69.7 | 70.3 | 72.9 | 67.1  |
| 10:05:21 p.m.              | 64.6 | 67.5 | 62.4 | 64.6 | 67.1 | 66.9 | 69.9 | 67.4 | 68.0 | 70.0 | 70.6 | 73.7 | 67.7  |
| 11:05:21 p.m.              | 64.6 | 68.0 | 62.3 | 65.2 | 67.4 | 67.4 | 70.2 | 68.2 | 68.4 | 70.2 | 71.0 | 74.1 | 68.1  |
| Media                      | 65.7 | 67.6 | 62.2 | 65.4 | 68.7 | 67.7 | 71.0 | 68.3 | 69.2 | 70.1 | 70.6 | 71.9 |       |

| Hora / Mes<br>H. R. Ext. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 70.5 | 73.2 | 67.4 | 71.2 | 72.2 | 72.1 | 73.3 | 74.2 | 72.3 | 74.2 | 77.0 | 81.6 | 73.3  |
| 01:05:21 a.m.              | 71.6 | 73.6 | 67.5 | 71.3 | 72.5 | 72.4 | 74.0 | 74.3 | 72.7 | 74.6 | 77.2 | 81.7 | 73.6  |
| 02:05:21 a.m.              | 72.2 | 74.2 | 68.7 | 71.4 | 72.7 | 72.4 | 75.4 | 74.4 | 73.0 | 75.0 | 77.1 | 81.8 | 74.0  |
| 03:05:21 a.m.              | 72.6 | 74.9 | 69.4 | 71.5 | 72.9 | 72.5 | 76.3 | 74.5 | 73.2 | 75.2 | 77.3 | 81.8 | 74.3  |
| 04:05:21 a.m.              | 73.2 | 75.0 | 69.5 | 71.2 | 73.1 | 72.6 | 76.5 | 74.7 | 73.5 | 75.5 | 77.4 | 82.2 | 74.6  |
| 05:05:21 a.m.              | 73.3 | 75.0 | 69.7 | 70.8 | 73.1 | 72.9 | 76.8 | 74.9 | 73.7 | 75.5 | 77.6 | 82.5 | 74.6  |
| 06:05:21 a.m.              | 73.6 | 75.1 | 69.7 | 70.8 | 73.3 | 73.2 | 77.2 | 74.9 | 73.6 | 75.4 | 77.8 | 82.8 | 74.8  |
| 07:05:21 a.m.              | 73.7 | 74.7 | 69.9 | 70.6 | 73.3 | 73.4 | 77.1 | 74.9 | 73.7 | 75.5 | 77.7 | 82.9 | 74.8  |
| 08:05:21 a.m.              | 73.7 | 75.0 | 70.9 | 70.3 | 73.7 | 73.5 | 77.9 | 74.6 | 73.7 | 75.6 | 77.9 | 83.0 | 75.0  |
| 09:05:21 a.m.              | 73.5 | 75.0 | 71.1 | 70.6 | 74.0 | 73.9 | 77.9 | 74.5 | 73.4 | 75.8 | 78.0 | 83.0 | 75.1  |
| 10:05:21 a.m.              | 73.6 | 75.2 | 70.9 | 70.8 | 74.2 | 73.6 | 77.7 | 74.5 | 73.3 | 76.0 | 78.0 | 83.3 | 75.1  |
| 11:05:21 a.m.              | 73.2 | 75.0 | 70.0 | 70.7 | 74.1 | 73.2 | 77.2 | 74.4 | 73.0 | 75.9 | 77.8 | 83.1 | 74.8  |
| 12:05:21 p.m.              | 71.9 | 73.7 | 67.6 | 70.4 | 74.1 | 72.5 | 76.1 | 74.1 | 72.7 | 75.4 | 77.3 | 82.4 | 74.0  |
| 01:05:21 p.m.              | 71.3 | 72.3 | 66.9 | 69.6 | 73.8 | 72.1 | 75.1 | 73.8 | 72.7 | 74.9 | 76.7 | 82.1 | 73.4  |
| 02:05:21 p.m.              | 70.6 | 71.5 | 65.7 | 69.5 | 73.3 | 71.3 | 74.0 | 73.3 | 72.1 | 74.6 | 76.4 | 81.5 | 72.8  |
| 03:05:21 p.m.              | 69.5 | 70.6 | 64.2 | 69.2 | 73.0 | 70.8 | 73.0 | 72.5 | 71.9 | 74.5 | 76.4 | 80.6 | 72.2  |
| 04:05:21 p.m.              | 68.5 | 69.9 | 63.3 | 69.0 | 72.5 | 70.4 | 72.8 | 72.3 | 71.9 | 74.2 | 76.1 | 80.1 | 71.7  |
| 05:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.4 | 63.1 | 69.3 | 72.3 | 69.9 | 72.3 | 71.7 | 72.1 | 74.1 | 76.0 | 79.8 | 71.5  |
| 06:05:21 p.m.              | 67.5 | 69.2 | 63.1 | 69.4 | 72.3 | 70.0 | 72.6 | 71.6 | 72.1 | 74.0 | 75.9 | 79.8 | 71.5  |
| 07:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.7 | 63.5 | 69.4 | 72.1 | 70.0 | 73.3 | 71.7 | 72.5 | 74.1 | 75.8 | 80.1 | 71.7  |
| 08:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.9 | 64.3 | 69.5 | 71.9 | 70.2 | 73.0 | 72.0 | 72.8 | 74.2 | 75.8 | 80.2 | 71.8  |
| 09:05:21 p.m.              | 68.5 | 71.0 | 64.0 | 70.0 | 71.9 | 70.7 | 73.4 | 72.2 | 73.3 | 74.6 | 76.0 | 80.4 | 72.2  |
| 10:05:21 p.m.              | 68.6 | 71.8 | 65.4 | 70.3 | 72.0 | 71.2 | 73.9 | 72.4 | 74.0 | 74.9 | 76.2 | 80.7 | 72.6  |
| 11:05:21 p.m.              | 69.5 | 72.7 | 65.8 | 70.5 | 72.3 | 71.6 | 74.1 | 72.7 | 74.3 | 75.0 | 76.3 | 81.1 | 73.0  |
| Media                      | 71.0 | 72.8 | 67.1 | 70.3 | 72.9 | 71.9 | 75.0 | 73.6 | 73.0 | 74.9 | 76.9 | 81.6 |       |

FUENTE: Hobo N° 13 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### **4.4.11 Interpretación de los valores de temperatura y humedad media según hora mes de la sala**

##### **4.4.11.1 Temperatura y humedad relativa media interior hora-mes**

La temperatura más alta se presenta a las 09:05 p.m. con 28.3°C, la más baja con 27.20°C a las 09.05 a.m. a las 11:05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 21.80°C, y con la más alta es mayo con 30.90°C.

La humedad relativa más alta es de 70.00% y se presenta a las 10:05 a.m., asimismo la más baja es de 65.70% a las 05:05 p.m.

El mes con humedad relativa más baja es marzo con 62.20%, y con la más alta es diciembre con 71.90%.

##### **4.4.11.2 Temperatura y humedad relativa media exterior hora-mes**

La temperatura más alta es de 26.00°C y se presentan entre las 07:05 y 08:05 p.m. asimismo la más baja con 24.30°C a las 09.05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 19.50°C, y con la más alta es agosto con 28.90°C.

La humedad relativa más alta es de 75.10% y se presenta entre las 09:05 y las 10:05 a.m., asimismo la más baja es de 71.50% entre las 05:05 y 06:05 p.m.

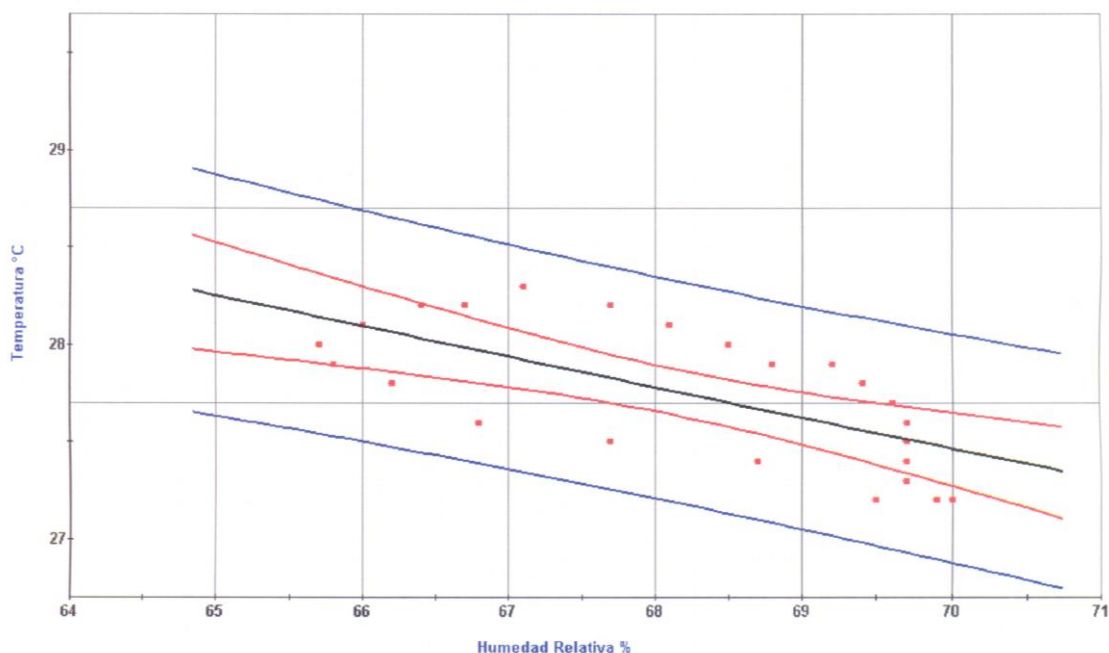
El mes con humedad relativa más baja es marzo con 67.10% y con la más alta es diciembre con 81.60%.

Datos extraídos de las tablas N° 17 y 18.

#### 4.4.12 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media interior según hora-mes en la sala en 2014

Gráfico N° 40

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media interior



FUENTE: Software G-STAT STUDENT (2015). Gestiona: Elaboración Propia.

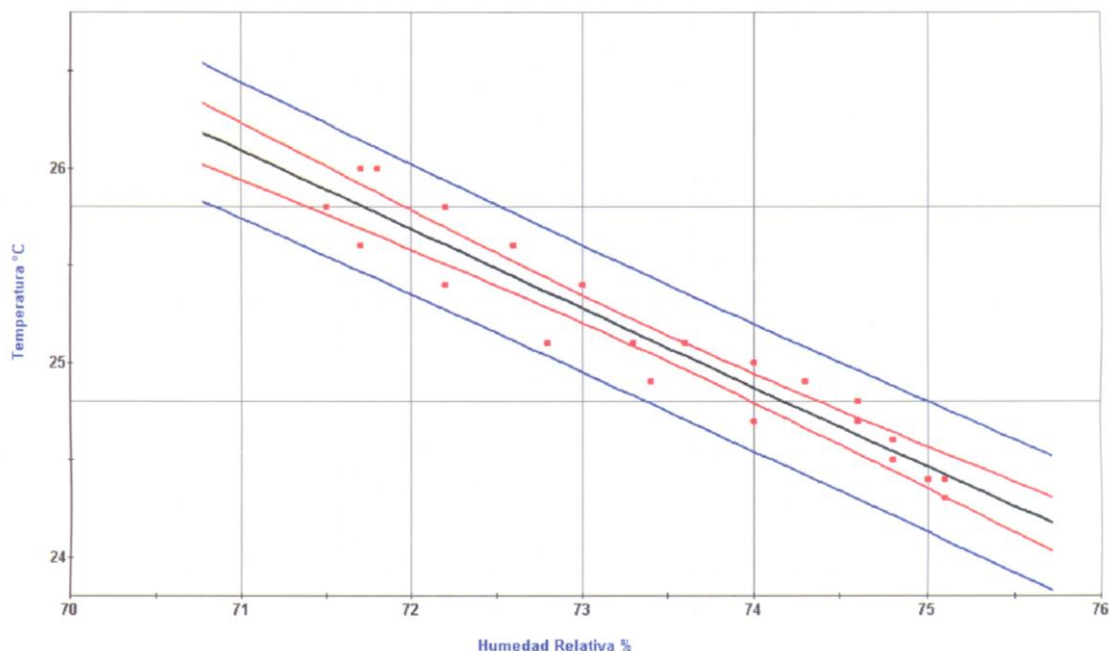
En el gráfico N° 40 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 68.10              | 27.70          |
| Mediana                    | 68.60              | 27.80          |
| Moda                       | 69.70              | 27.20          |
| Media Geométrica           | 68.10              | 27.70          |
| Varianza                   | 2.20               | 0.10           |
| Desviación Típica          | 1.50               | 0.30           |
| Error Estándar de la Media | 0.30               | 0.00           |
| Mínimo                     | 65.70              | 27.20          |
| Máximo                     | 70.00              | 28.30          |

#### 4.4.13 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media exterior según hora-mes en 2014

Gráfico N° 41

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media exterior



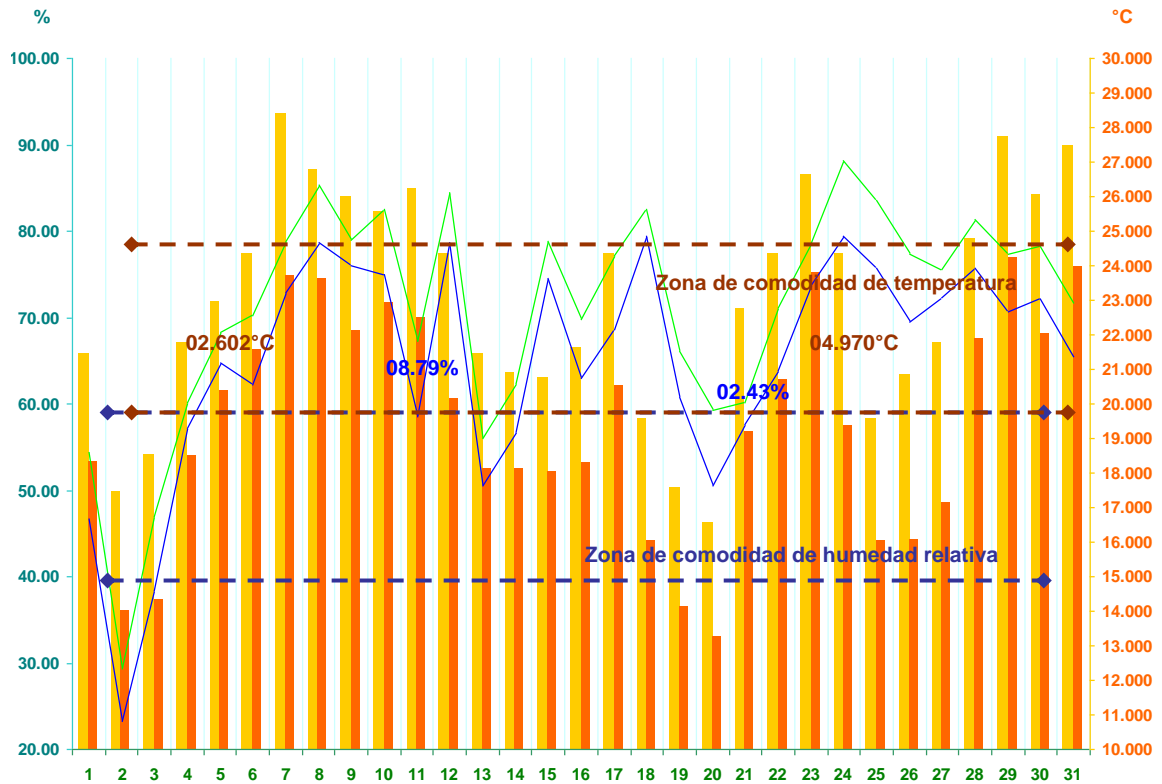
FUENTE: Software G-STAT STUDENT (2015). Gestionada: Elaboración Propia.

En el gráfico N° 41 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 73.40              | 25.10          |
| Mediana                    | 73.50              | 25.00          |
| Moda                       | 74.80              | 25.10          |
| Media Geométrica           | 73.40              | 25.00          |
| Varianza                   | 1.60               | 0.20           |
| Desviación Típica          | 1.20               | 0.50           |
| Error Estándar de la Media | 0.20               | 0.10           |
| Mínimo                     | 71.50              | 24.30          |
| Máximo                     | 75.10              | 26.00          |

#### 4.4.14 Análisis higrotérmico de la recámara en enero, 2014

Gráfico N° 42  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Vivienda tradicional N° 4 en la recámara enero de 2014



FUENTE: Hobo N° 14 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 22.287°C                  |
| Límite superior                       | 24.787°C                  |
| Límite inferior                       | 19.787°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 16                        |
| Días demasía de temperatura           | 9                         |
| Días pérdida de temperatura           | 6                         |
| Ampliación mínima de temperatura      | 02.602°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 04.970°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 7                         |
| Días demasía de humedad relativa      | 22                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 2                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 03.49%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 08.79%                    |

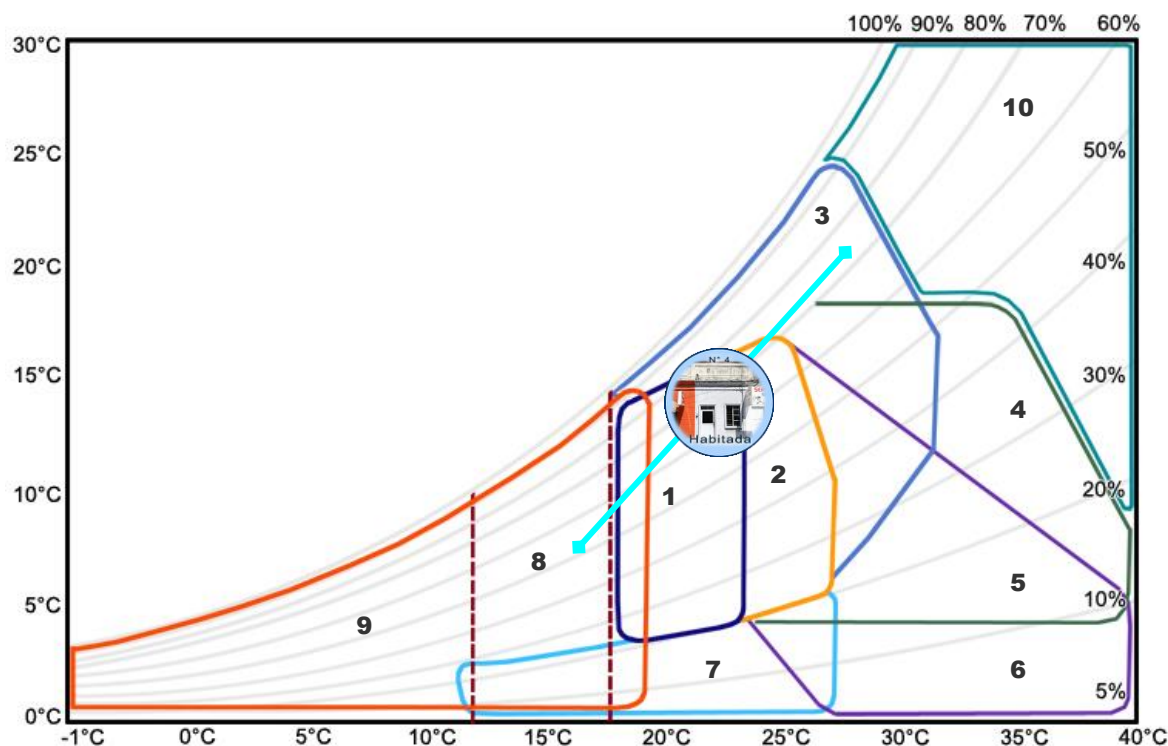


**Tabla N° 19**  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda tradicional N° 4 en la recámara enero de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Días | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| 1    | Comodidad                 | 21.453         | 18.320         | Comodidad                   | 46.60            | 54.43            |
| 2    | Pérdida                   | 17.432         | 14.007         | Pérdida                     | 23.23            | 29.35            |
| 3    | Pérdida                   | 18.514         | 14.329         | Pérdida                     | 38.42            | 47.01            |
| 4    | Comodidad                 | 21.787         | 18.474         | Comodidad                   | 57.16            | 60.16            |
| 5    | Comodidad                 | 22.955         | 20.353         | Demasia                     | 64.81            | 68.28            |
| 6    | Comodidad                 | 24.329         | 21.562         | Demasia                     | 62.26            | 70.26            |
| 7    | Demasia                   | <b>28.400</b>  | 23.692         | Demasia                     | <b>72.96</b>     | 78.84            |
| 8    | Demasia                   | 26.766         | 23.623         | Demasia                     | 78.60            | 85.39            |
| 9    | Demasia                   | 25.991         | 22.109         | Demasia                     | 75.97            | 78.95            |
| 10   | Demasia                   | 25.553         | 22.941         | Demasia                     | 74.93            | 82.45            |
| 11   | Demasia                   | 26.230         | 22.492         | Comodidad                   | 58.54            | 67.33            |
| 12   | Comodidad                 | 24.329         | 20.150         | Demasia                     | 78.60            | 84.42            |
| 13   | Comodidad                 | 21.453         | 18.126         | Comodidad                   | 50.53            | 55.96            |
| 14   | Comodidad                 | 20.882         | 18.106         | Comodidad                   | 56.80            | 62.43            |
| 15   | Comodidad                 | 20.731         | 18.042         | Demasia                     | 74.45            | 78.75            |
| 16   | Comodidad                 | 21.630         | 18.303         | Demasia                     | 62.91            | 69.83            |
| 17   | Comodidad                 | 24.329         | 20.527         | Demasia                     | 68.54            | 77.23            |
| 18   | Pérdida                   | 19.568         | 16.037         | Demasia                     | 79.34            | 82.51            |
| 19   | Pérdida                   | 17.572         | 14.125         | Demasia                     | 60.81            | 66.07            |
| 20   | Pérdida                   | <b>16.553</b>  | 13.268         | Comodidad                   | <b>50.53</b>     | 59.28            |
| 21   | Comodidad                 | 22.757         | 19.202         | Comodidad                   | 57.66            | 60.09            |
| 22   | Comodidad                 | 24.329         | 20.693         | Demasia                     | 63.81            | 71.15            |
| 23   | Demasia                   | 26.631         | 23.772         | Demasia                     | 73.79            | 78.73            |
| 24   | Comodidad                 | 24.329         | 19.359         | Demasia                     | 79.48            | 88.21            |
| 25   | Pérdida                   | 19.568         | 16.019         | Demasia                     | 75.75            | 83.48            |
| 26   | Comodidad                 | 20.834         | 16.086         | Demasia                     | 69.53            | 77.34            |
| 27   | Comodidad                 | 21.778         | 17.140         | Demasia                     | 72.28            | 75.56            |
| 28   | Comodidad                 | 24.768         | 21.901         | Demasia                     | 75.71            | 81.36            |
| 29   | Demasia                   | 27.739         | 24.223         | Demasia                     | 70.62            | 77.37            |
| 30   | Demasia                   | 26.055         | 22.040         | Demasia                     | 72.14            | 78.28            |
| 31   | Demasia                   | 27.481         | 23.980         | Demasia                     | 65.40            | 71.52            |
|      | T. Media                  | <b>22.991</b>  | <b>19.452</b>  | H. R. Media                 | <b>64.91</b>     | <b>71.03</b>     |

**FUENTE:** Hobo N° 14 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

Gráfico N° 43  
Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para enero de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

#### Variables

Vivienda

Área

Enero y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 16.553°C – 50.53%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

#### Temperatura y humedad relativa interior

Tradicional N° 4

Recámara principal



T. Máxima con su correspondiente H. R. = 28.400°C – 72.96%

1

2

3

4

5

6

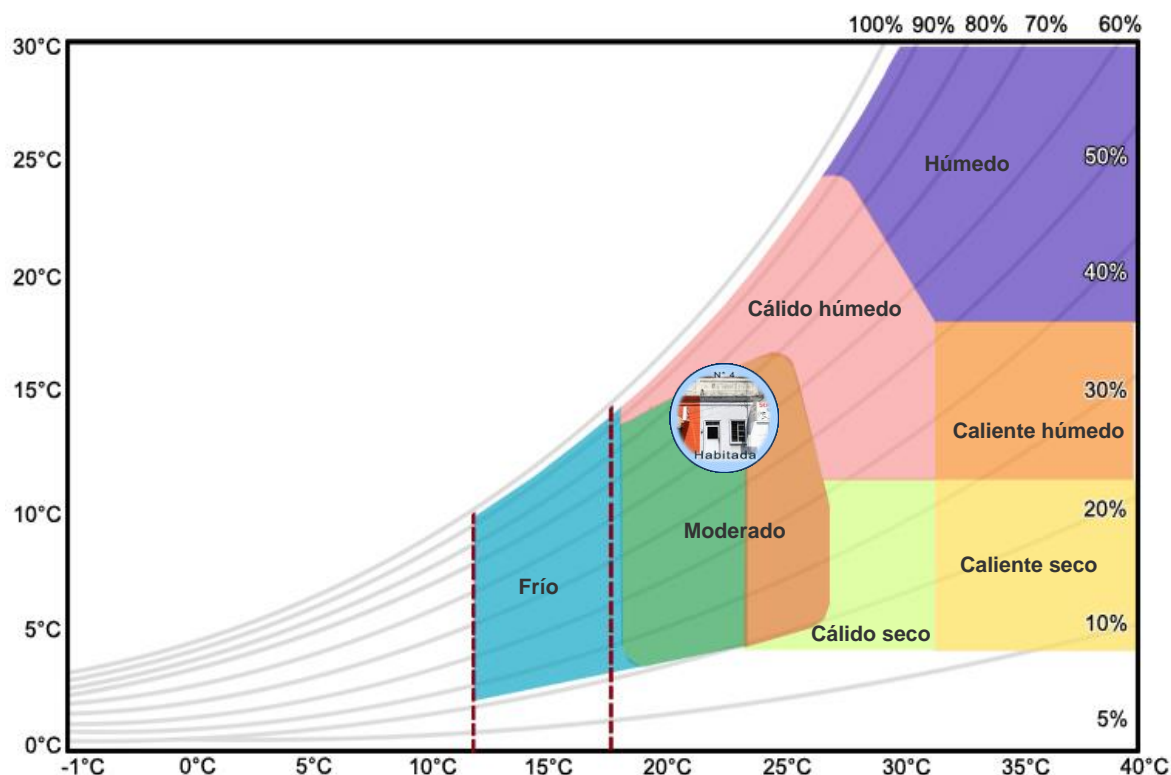
7

8

9

10

Gráfico N° 44  
Clasificación higrotérmica enero de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Variables               | Temperatura y humedad relativa interior |
| Vivienda                | Tradicional N° 4                        |
| Área                    | Recámara principal                      |
| Enero                   | Moderado                                |
| Clasificación climática |   |
| Moderado                |   |
| Cálido Húmedo           |   |
| Húmedo                  |   |
| Caliente húmedo         |   |
| Caliente seco           |   |
| Cálido seco             |   |
| Frío                    |   |

#### 4.4.15 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 42 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 22.30°C con un límite superior de 24.80°C y un límite inferior de 19.80°C. Presenta un total de 16 días de comodidad, 9 de demasía, y 6 de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 2.60°C, y la máxima es de 5.00°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 7 días de comodidad, 22 de demasía y 2 de pérdida de humedad relativa. El diferencial de ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 3.50%, y la máxima es de 8.80%.

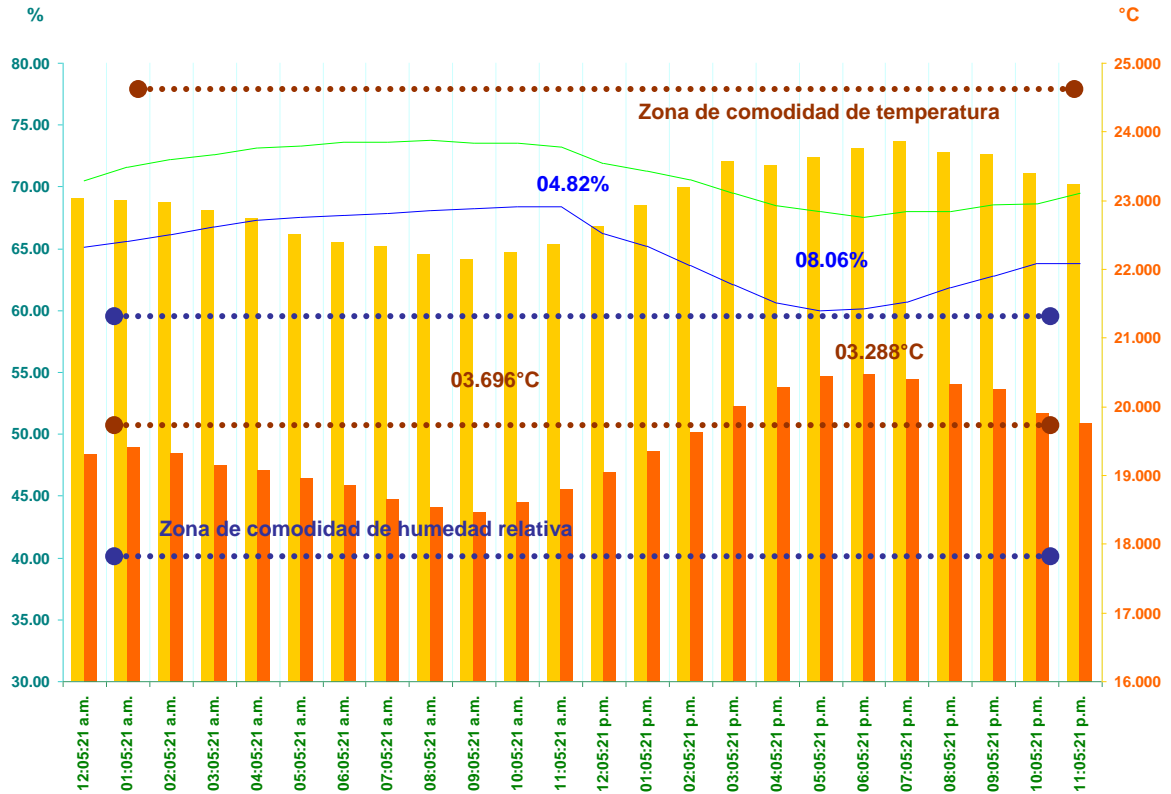
La temperatura media es de 23.00°C al interior, al exterior es de 19.50°C, y la humedad relativa media interior es de 64.90% y al exterior es de 71.00%, según tabla N° 19.

Las recomendaciones procedidas de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica del gráfico N° 43 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 19, son las siguientes: Se encuentra en la zona de comodidad en invierno, demanda una ventilación cruzada e incita a mejor ganancia interna.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 44 de Lechner (2001), es un espacio moderado.

## 4.4.16 Análisis higrotérmico del día típico de la recámara en enero, 2014

Gráfico N° 45

Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Día típico de la vivienda tradicional N° 4 en la recámara enero de 2014

FUENTE: Hobo N° 14 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                    | Humedad relativa interior |
|---|---------------------------|
| Temperatura Exterior                    | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                     | 22.287°C                  |
| Límite superior                         | 24.787°C                  |
| Límite inferior                         | 19.787°C                  |
| Horas comodidad de temperatura          | 24                        |
| Horas demasía de temperatura            | 0                         |
| Horas pérdida de temperatura            | 0                         |
| Oscilación de temperatura interior      | 01.705°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior      | 02.018°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura        | 03.288°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura        | 03.696°C                  |
| Humedad relativa neutral                | 50.00%                    |
| Límite superior                         | 60.00%                    |
| Límite inferior                         | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa     | 1                         |
| Horas demasía de humedad relativa       | 23                        |
| Horas pérdida de humedad relativa       | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior | 08.43%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior | 06.18%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa   | 04.82%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa   | 08.06%                    |

Tabla N° 20  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico de la vivienda tradicional N° 4 en la recámara enero de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior   | T. Exterior   | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior | H. R. Exterior |
|---------------|---------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| 12:05:21 a.m. | Comodidad                 | 23.028        | 19.304        | Demasia                     | 65.09          | 70.52          |
| 01:05:21 a.m. | Comodidad                 | 22.992        | 19.407        | Demasia                     | 65.58          | 71.56          |
| 02:05:21 a.m. | Comodidad                 | 22.965        | 19.319        | Demasia                     | 66.12          | 72.19          |
| 03:05:21 a.m. | Comodidad                 | 22.854        | 19.141        | Demasia                     | 66.78          | 72.63          |
| 04:05:21 a.m. | Comodidad                 | 22.739        | 19.069        | Demasia                     | 67.27          | 73.17          |
| 05:05:21 a.m. | Comodidad                 | 22.501        | 18.961        | Demasia                     | 67.55          | 73.27          |
| 06:05:21 a.m. | Comodidad                 | 22.395        | 18.845        | Demasia                     | 67.66          | 73.64          |
| 07:05:21 a.m. | Comodidad                 | 22.322        | 18.649        | Demasia                     | 67.82          | 73.65          |
| 08:05:21 a.m. | Comodidad                 | 22.213        | 18.537        | Demasia                     | 68.07          | <b>73.73</b>   |
| 09:05:21 a.m. | Comodidad                 | <u>22.144</u> | <u>18.448</u> | Demasia                     | 68.25          | 73.55          |
| 10:05:21 a.m. | Comodidad                 | 22.244        | 18.604        | Demasia                     | <b>68.40</b>   | 73.57          |
| 11:05:21 a.m. | Comodidad                 | 22.359        | 18.786        | Demasia                     | <u>68.38</u>   | <u>73.20</u>   |
| 12:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.611        | 19.041        | Demasia                     | 66.23          | 71.91          |
| 01:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.927        | 19.344        | Demasia                     | 65.21          | 71.26          |
| 02:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.188        | 19.621        | Demasia                     | 63.61          | 70.57          |
| 03:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.571        | 19.994        | Demasia                     | 62.05          | 69.52          |
| 04:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.513        | 20.274        | Demasia                     | 60.63          | 68.50          |
| 05:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.622        | 20.442        | Comodidad                   | <u>59.97</u>   | <u>68.03</u>   |
| 06:05:21 p.m. | Comodidad                 | <u>23.754</u> | <u>20.466</u> | Demasia                     | 60.16          | <b>67.55</b>   |
| 07:05:21 p.m. | Comodidad                 | <b>23.849</b> | 20.381        | Demasia                     | 60.67          | 67.97          |
| 08:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.701        | 20.315        | Demasia                     | 61.87          | 67.98          |
| 09:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.672        | 20.245        | Demasia                     | 62.79          | 68.54          |
| 10:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.392        | 19.893        | Demasia                     | 63.80          | 68.64          |
| 11:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.233        | 19.753        | Demasia                     | 63.80          | 69.48          |
|               | T. Media                  | <b>22.991</b> | <b>19.452</b> | H. R. Media                 | <b>64.91</b>   | <b>71.03</b>   |

**FUENTE:** Hobo N° 14 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.4.17 Interpretación de gráfico higrotérmico

El gráfico N° 45 de las zonas de comodidad constante del día típico presenta una temperatura neutral de 22.30°C, con límite superior de +2.50°C y un límite inferior de -2.50°C. Presenta 24 horas de comodidad de temperatura.

La oscilación de temperatura interior es de 1.70°C y la exterior de 2.00°C. Su ampliación mínima de temperatura es de 3.30°C y la máxima de 3.70°C, marcados en la tabla N° 20.

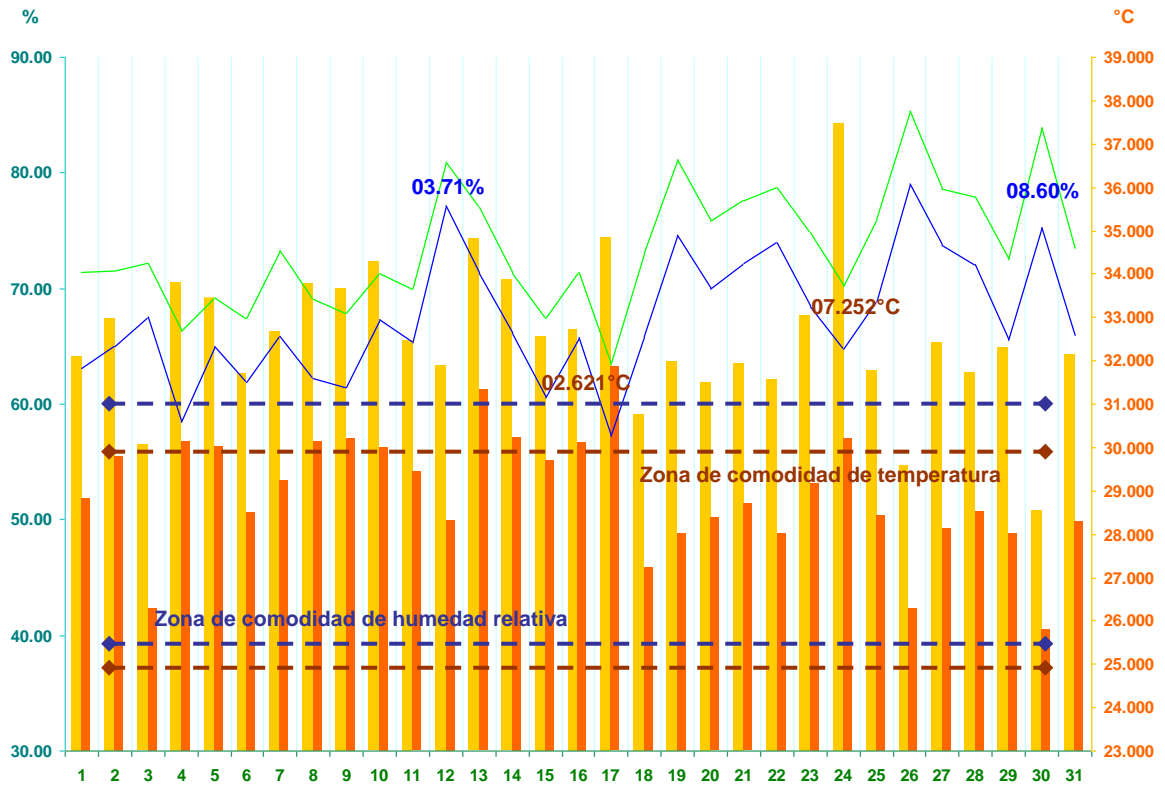
La humedad relativa de comodidad es de 50.00% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 1 hora de comodidad a las 05:05 p.m. y 23 horas de demasía de humedad relativa, con una oscilación interior de 8.40% y exterior de 6.20%, con un diferencial de ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 4.80% y la máxima es de 8.10%.

La temperatura media interior es de 23.00°C, la exterior de 19.50°C, la humedad relativa media interior es de 64.90%, y la exterior es de 71.30% como se expresan en la tabla N° 20.



#### 4.4.18 Análisis higrotérmico de la recámara en agosto, 2014

Gráfico N° 46  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Vivienda tradicional N° 4 en la recámara agosto de 2014



FUENTE: Hobo N° 14 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 27.355°C                  |
| Límite superior                       | 29.855°C                  |
| Límite inferior                       | 24.855°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 2                         |
| Días demasía de temperatura           | 29                        |
| Días pérdida de temperatura           | 0                         |
| Ampliación mínima de temperatura      | 02.621°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 07.252°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 2                         |
| Días demasía de humedad relativa      | 29                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 0                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 03.71%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 08.60%                    |

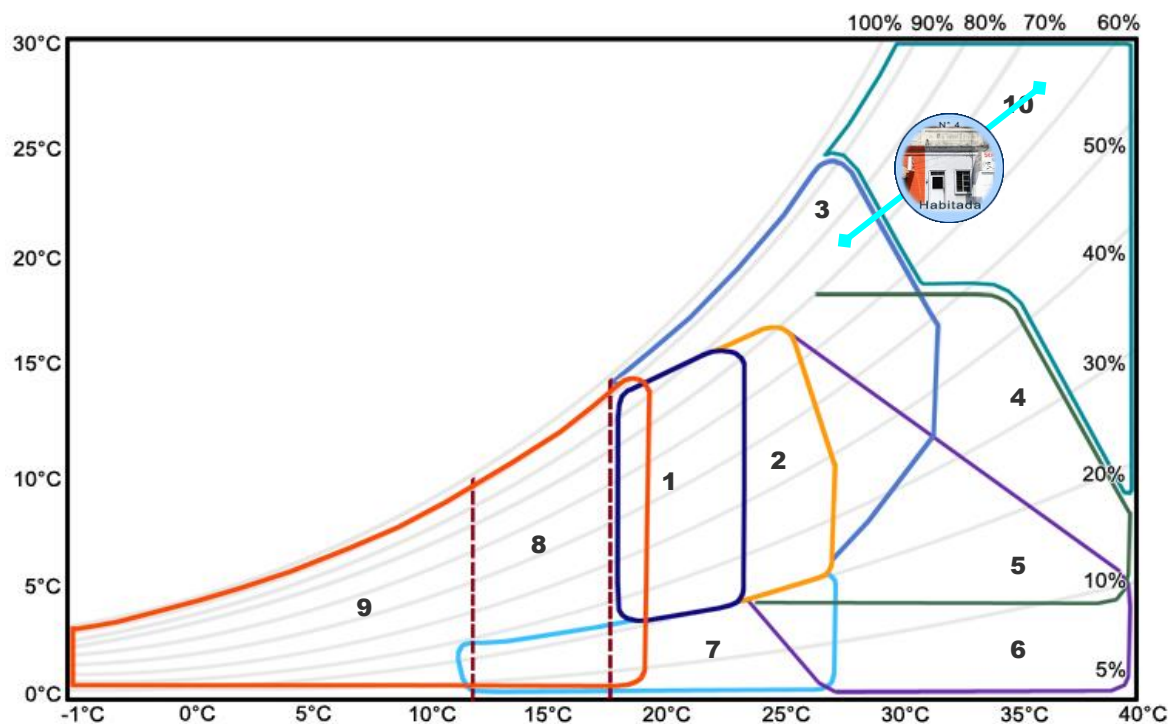
Tabla N° 21  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda tradicional N° 4 en la recámara agosto de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Días     | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|----------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| 1        | Demasía                   | 32.090         | 28.808         | Demasía                     | 63.14            | 71.45            |
| 2        | Demasía                   | 32.979         | 29.803         | Demasía                     | 65.03            | 71.53            |
| 3        | Demasía                   | 30.045         | 26.268         | Demasía                     | 67.54            | 72.16            |
| 4        | Demasía                   | 33.794         | 30.143         | Comodidad                   | 58.44            | 66.35            |
| 5        | Demasía                   | 33.451         | 30.013         | Demasía                     | 65.03            | 69.16            |
| 6        | Demasía                   | 31.701         | 28.485         | Demasía                     | 61.86            | 67.39            |
| 7        | Demasía                   | 32.680         | 29.227         | Demasía                     | 65.91            | 73.28            |
| 8        | Demasía                   | 33.778         | 30.147         | Demasía                     | 62.19            | 69.09            |
| 9        | Demasía                   | 33.669         | 30.201         | Demasía                     | 61.47            | 67.87            |
| 10       | Demasía                   | 34.279         | 29.997         | Demasía                     | 67.36            | 71.31            |
| 11       | Demasía                   | 32.482         | 29.436         | Demasía                     | 65.31            | 70.00            |
| 12       | Demasía                   | 31.894         | 28.324         | Demasía                     | 77.21            | 80.91            |
| 13       | Demasía                   | 34.810         | 31.316         | Demasía                     | 71.32            | 77.05            |
| 14       | Demasía                   | 33.855         | 30.219         | Demasía                     | 66.11            | 71.31            |
| 15       | Demasía                   | 32.558         | 29.687         | Demasía                     | 60.60            | 67.41            |
| 16       | Demasía                   | 32.726         | 30.105         | Demasía                     | 65.73            | 71.37            |
| 17       | Demasía                   | 34.840         | 31.851         | Comodidad                   | 57.21            | 63.46            |
| 18       | Demasía                   | 30.761         | 27.210         | Demasía                     | 65.91            | 73.09            |
| 19       | Demasía                   | 31.974         | 28.025         | Demasía                     | 74.65            | 81.10            |
| 20       | Demasía                   | 31.516         | 28.378         | Demasía                     | 69.91            | 75.85            |
| 21       | Demasía                   | 31.948         | 28.703         | Demasía                     | 72.14            | 77.61            |
| 22       | Demasía                   | 31.575         | 28.025         | Demasía                     | 73.99            | 78.69            |
| 23       | Demasía                   | 33.043         | 29.155         | Demasía                     | 68.41            | 74.87            |
| 24       | Demasía                   | <b>37.457</b>  | 30.205         | Demasía                     | <b>64.79</b>     | 70.15            |
| 25       | Demasía                   | 31.760         | 28.445         | Demasía                     | 68.90            | 76.09            |
| 26       | Comodidad                 | 29.589         | 26.279         | Demasía                     | 79.04            | 85.39            |
| 27       | Demasía                   | 32.432         | 28.135         | Demasía                     | 73.76            | 78.60            |
| 28       | Demasía                   | 31.743         | 28.512         | Demasía                     | 72.04            | 77.95            |
| 29       | Demasía                   | 32.289         | 28.028         | Demasía                     | 65.56            | 72.46            |
| 30       | Comodidad                 | <b>28.551</b>  | 25.801         | Demasía                     | <b>75.31</b>     | 83.91            |
| 31       | Demasía                   | 32.149         | 28.283         | Demasía                     | 65.90            | 73.35            |
| T. Media |                           | <b>32.530</b>  | <b>28.942</b>  | H. R. Media                 | <b>67.48</b>     | <b>73.56</b>     |

**FUENTE:** Hobo N° 14 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

### Gráfico N° 47

#### Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para agosto de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

#### Variables

Vivienda

Área

Agosto y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 28.551°C – 75.31%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

#### Temperatura y humedad relativa interior

Tradicional N° 4

Recámara principal



T. Máxima con su correspondiente H. R. = 37.457°C – 64.79%

1

2

3

4

5

6

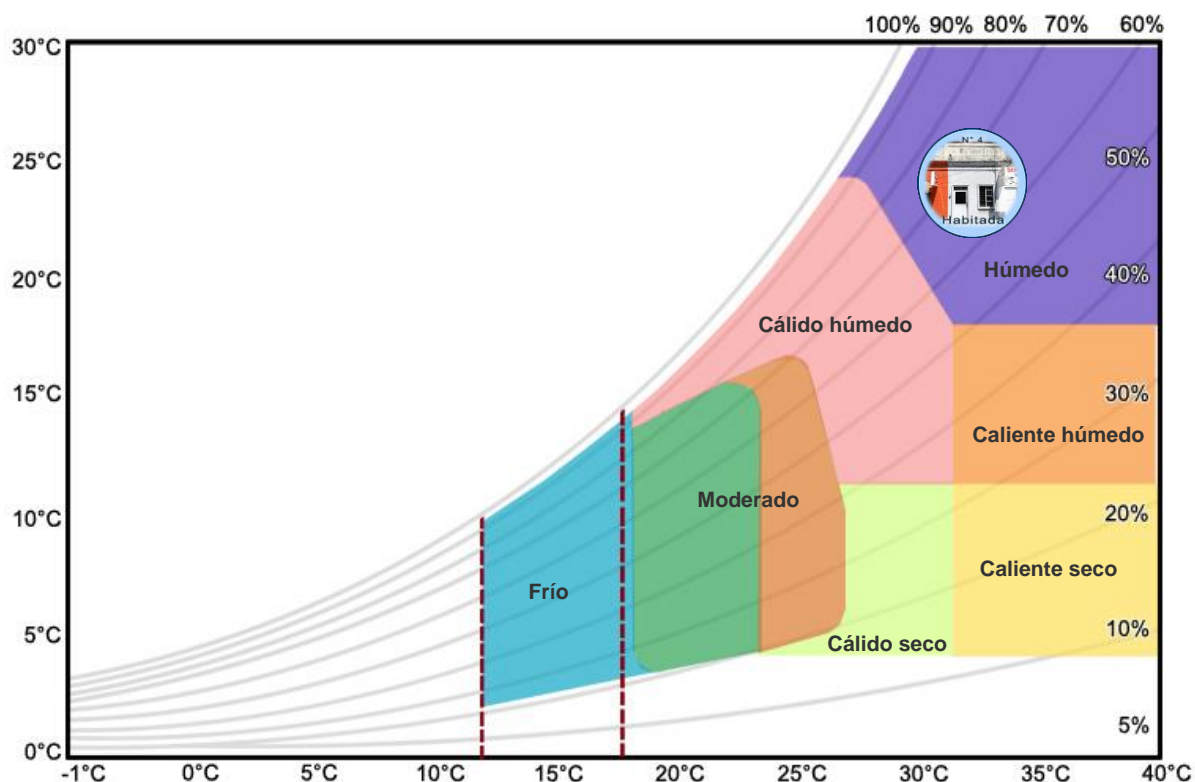
7

8

9

10

Gráfico N° 48  
Clasificación higrotérmica agosto de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Variables               | Temperatura y humedad relativa interior |
| Vivienda                | Tradicional N° 4                        |
| Área                    | Recámara principal                      |
| Agosto                  | Húmedo                                  |
| Clasificación climática |   |
| Moderado                |   |
| Cálido Húmedo           |   |
| Húmedo                  |   |
| Caliente húmedo         |   |
| Caliente seco           |   |
| Cálido seco             |   |
| Frío                    |   |

#### 4.4.19 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 46 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 27.40°C con un límite superior de 29.90°C y un límite inferior de 24.90°C. Presenta un total de 2 días de comodidad, 29 de demasía, y 0 de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 2.60°C, y la máxima es de 7.30°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 2 días de comodidad, 29 de demasía y 0 de pérdida de humedad relativa. El diferencial de ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 3.70%, y la máxima es de 8.60%.

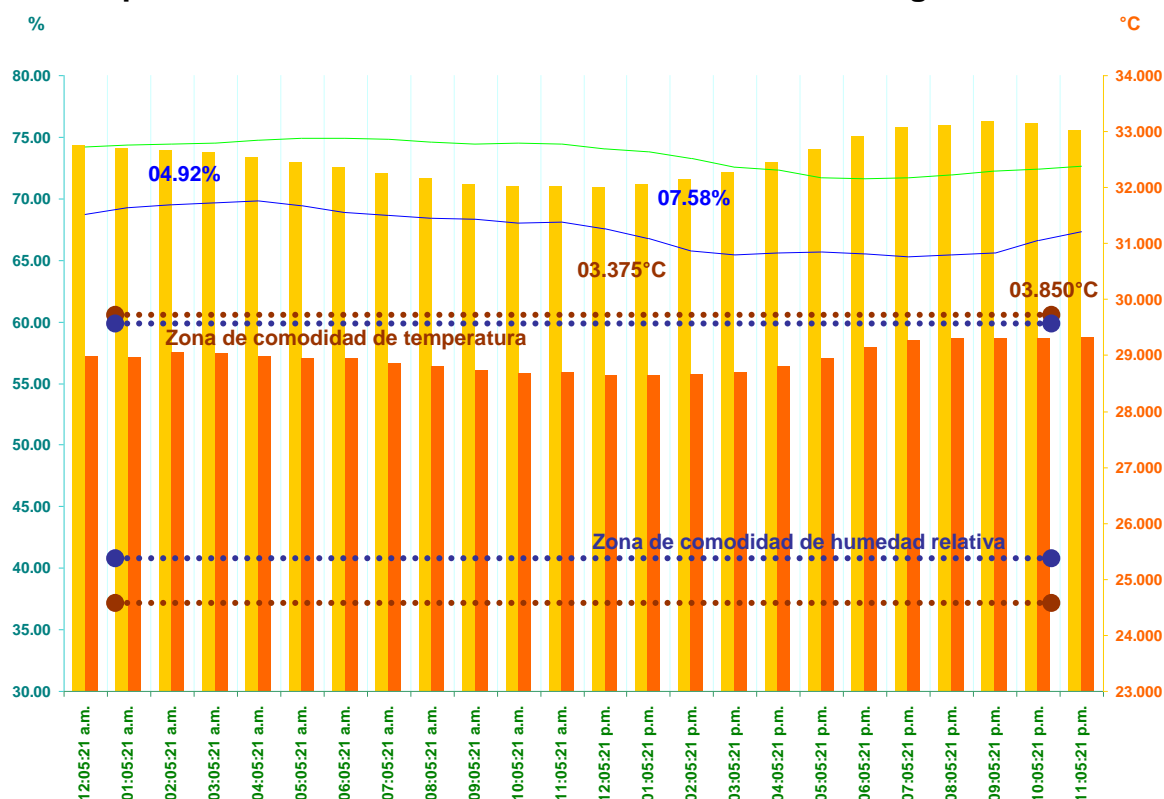
La temperatura media es de 32.50°C al interior, al exterior es de 28.90°C, y la humedad relativa media interior es de 67.50% y al exterior es de 73.60%, según tabla N° 21.

Las recomendaciones emanadas de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior del gráfico N° 47 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 21, son las siguientes: Demanda ventilación cruzada y requiere deshumidificación en el espacio.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 48 de Lechner (2001), es un espacio húmedo.

## 4.4.20 Análisis higrotérmico del día típico de la recámara en agosto, 2014

Gráfico N° 49

Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Día típico de la vivienda tradicional N° 4 en la recámara agosto de 2014

FUENTE: Hobo N° 14 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                    | Humedad relativa interior |
|---|---------------------------|
| Temperatura Exterior                    | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                     | 27.355°C                  |
| Límite superior                         | 29.855°C                  |
| Límite inferior                         | 24.855°C                  |
| Horas comodidad de temperatura          | 0                         |
| Horas demasía de temperatura            | 24                        |
| Horas pérdida de temperatura            | 0                         |
| Oscilación de temperatura interior      | 01.157°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior      | 00.697°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura        | 03.375°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura        | 03.850°C                  |
| Humedad relativa neutral                | 50.00%                    |
| Límite superior                         | 60.00%                    |
| Límite inferior                         | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa     | 0                         |
| Horas demasía de humedad relativa       | 24                        |
| Horas pérdida de humedad relativa       | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior | 04.52%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior | 03.31%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa   | 04.92%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa   | 07.58%                    |

Tabla N° 22  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico de la vivienda tradicional N° 4 en la recámara agosto de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior          | T. Exterior   | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior | H. R. Exterior |
|---------------|---------------------------|----------------------|---------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| 12:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.739               | 28.968        | Demasia                     | 68.77          | 74.22          |
| 01:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.696               | 28.962        | Demasia                     | 69.27          | 74.33          |
| 02:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.665               | 29.046        | Demasia                     | <u>69.52</u>   | <u>74.44</u>   |
| 03:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.619               | 29.017        | Demasia                     | 69.64          | 74.50          |
| 04:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.544               | 28.976        | Demasia                     | <b>69.85</b>   | 74.74          |
| 05:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.457               | 28.947        | Demasia                     | 69.45          | 74.89          |
| 06:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.354               | 28.941        | Demasia                     | 68.87          | <b>74.94</b>   |
| 07:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.237               | 28.861        | Demasia                     | 68.63          | 74.85          |
| 08:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.160               | 28.806        | Demasia                     | 68.44          | 74.59          |
| 09:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.059               | 28.739        | Demasia                     | 68.34          | 74.47          |
| 10:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.024               | 28.687        | Demasia                     | 68.02          | 74.54          |
| 11:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.016               | 28.706        | Demasia                     | 68.13          | 74.41          |
| 12:05:21 p.m. | Demasia                   | <u><b>32.010</b></u> | <u>28.635</u> | Demasia                     | 67.52          | 74.06          |
| 01:05:21 p.m. | Demasia                   | 32.056               | <b>28.621</b> | Demasia                     | 66.76          | 73.78          |
| 02:05:21 p.m. | Demasia                   | 32.148               | 28.647        | Demasia                     | <u>65.72</u>   | <u>73.30</u>   |
| 03:05:21 p.m. | Demasia                   | 32.260               | 28.700        | Demasia                     | 65.47          | 72.54          |
| 04:05:21 p.m. | Demasia                   | 32.444               | 28.799        | Demasia                     | 65.58          | 72.33          |
| 05:05:21 p.m. | Demasia                   | 32.672               | 28.944        | Demasia                     | 65.66          | 71.74          |
| 06:05:21 p.m. | Demasia                   | 32.903               | 29.147        | Demasia                     | 65.51          | <b>71.63</b>   |
| 07:05:21 p.m. | Demasia                   | 33.067               | 29.263        | Demasia                     | <b>65.33</b>   | 71.73          |
| 08:05:21 p.m. | Demasia                   | 33.104               | 29.298        | Demasia                     | 65.41          | 71.97          |
| 09:05:21 p.m. | Demasia                   | <b>33.167</b>        | 29.295        | Demasia                     | 65.61          | 72.24          |
| 10:05:21 p.m. | Demasia                   | <u>33.148</u>        | <u>29.298</u> | Demasia                     | 66.60          | 72.43          |
| 11:05:21 p.m. | Demasia                   | 33.012               | <b>29.318</b> | Demasia                     | 67.36          | 72.66          |
|               | T. Media                  | <b>32.523</b>        | <b>28.943</b> | H. R. Media                 | <b>67.48</b>   | <b>73.56</b>   |

**FUENTE:** Hobo N° 14 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.4.21 Interpretación de gráfico higrotérmico

El gráfico N° 49 de las zonas de comodidad constante del día típico presenta una temperatura neutral de 27.40°C, con límite superior de +2.50°C y un límite inferior de -2.50°C. Presenta 24 horas de demasía de temperatura.

La oscilación de temperatura interior es de 1.20°C y la exterior de 0.70°C. Su ampliación mínima de temperatura es de 3.40°C y la máxima de 3.80°C, marcados en la tabla N° 22.

La humedad relativa de comodidad es de 50.00% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 24 horas de demasía, con una oscilación interior de 4.50% y exterior de 3.30%, la ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 4.90% y la máxima es de 7.60%.

La temperatura media interior es de 32.50°C, al exterior de 28.90°C, la humedad relativa media interior es de 67.50%, y la exterior es de 73.60% como se expresan en la tabla N° 22.



#### 4.4.22 Análisis de los valores de temperatura y humedad media según hora-mes de la recámara

Tabla N° 23  
Vivienda tradicional N° 4 en la recámara en 2014  
Temperatura media según hora-mes

| Hora / Mes<br>T. Int. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 23.0 | 26.5 | 26.9 | 29.2 | 32.3 | 32.0 | 31.4 | 32.7 | 30.5 | 30.2 | 27.8 | 25.9 | 29.0  |
| 01:05:21 a.m.            | 23.0 | 26.3 | 26.9 | 29.1 | 32.3 | 32.0 | 31.4 | 32.7 | 30.4 | 30.2 | 27.8 | 25.9 | 29.0  |
| 02:05:21 a.m.            | 23.0 | 26.2 | 26.8 | 29.1 | 32.2 | 32.0 | 31.4 | 32.7 | 30.4 | 30.1 | 27.7 | 25.9 | 29.0  |
| 03:05:21 a.m.            | 22.9 | 26.1 | 26.7 | 29.0 | 32.2 | 31.9 | 31.4 | 32.6 | 30.3 | 30.1 | 27.7 | 25.9 | 28.9  |
| 04:05:21 a.m.            | 22.7 | 26.0 | 26.6 | 29.0 | 32.1 | 31.9 | 31.3 | 32.5 | 30.2 | 30.0 | 27.6 | 25.9 | 28.8  |
| 05:05:21 a.m.            | 22.5 | 25.8 | 26.5 | 28.8 | 32.0 | 31.9 | 31.3 | 32.5 | 30.1 | 29.9 | 27.6 | 25.8 | 28.7  |
| 06:05:21 a.m.            | 22.4 | 25.8 | 26.5 | 28.7 | 32.0 | 31.8 | 31.2 | 32.4 | 30.0 | 29.8 | 27.6 | 25.8 | 28.7  |
| 07:05:21 a.m.            | 22.3 | 25.9 | 26.3 | 28.7 | 31.9 | 31.7 | 31.1 | 32.2 | 29.9 | 29.7 | 27.5 | 25.8 | 28.6  |
| 08:05:21 a.m.            | 22.2 | 25.8 | 26.2 | 28.5 | 31.6 | 31.6 | 31.0 | 32.2 | 29.8 | 29.6 | 27.4 | 25.8 | 28.5  |
| 09:05:21 a.m.            | 22.1 | 25.8 | 26.1 | 28.3 | 31.5 | 31.6 | 31.0 | 32.1 | 29.8 | 29.4 | 27.2 | 25.7 | 28.4  |
| 10:05:21 a.m.            | 22.2 | 26.1 | 26.1 | 28.9 | 31.5 | 31.5 | 31.0 | 32.0 | 29.8 | 29.4 | 27.2 | 25.6 | 28.5  |
| 11:05:21 a.m.            | 22.4 | 25.9 | 26.3 | 28.8 | 31.6 | 31.6 | 31.0 | 32.0 | 29.8 | 29.5 | 27.2 | 25.6 | 28.5  |
| 12:05:21 p.m.            | 22.6 | 25.9 | 26.4 | 28.8 | 31.7 | 31.6 | 30.9 | 32.0 | 29.9 | 29.6 | 27.3 | 25.6 | 28.5  |
| 01:05:21 p.m.            | 22.9 | 26.0 | 26.6 | 28.9 | 31.7 | 31.6 | 30.9 | 32.1 | 29.9 | 29.7 | 27.5 | 25.7 | 28.6  |
| 02:05:21 p.m.            | 23.2 | 26.2 | 26.9 | 29.1 | 31.9 | 31.6 | 30.9 | 32.1 | 30.0 | 29.9 | 27.6 | 25.8 | 28.8  |
| 03:05:21 p.m.            | 23.6 | 26.4 | 27.2 | 29.2 | 32.0 | 31.7 | 31.0 | 32.3 | 30.1 | 30.1 | 27.7 | 26.0 | 28.9  |
| 04:05:21 p.m.            | 23.5 | 26.6 | 27.3 | 29.4 | 32.1 | 31.9 | 31.1 | 32.4 | 30.3 | 30.3 | 27.9 | 26.0 | 29.1  |
| 05:05:21 p.m.            | 23.6 | 26.8 | 27.5 | 29.5 | 32.3 | 32.0 | 31.1 | 32.7 | 30.5 | 30.2 | 27.9 | 26.0 | 29.2  |
| 06:05:21 p.m.            | 23.8 | 26.9 | 27.6 | 29.5 | 32.4 | 32.2 | 31.3 | 32.9 | 30.8 | 30.3 | 27.8 | 26.0 | 29.3  |
| 07:05:21 p.m.            | 23.8 | 27.0 | 27.6 | 29.5 | 32.5 | 32.4 | 31.4 | 33.1 | 30.9 | 30.3 | 27.8 | 25.9 | 29.4  |
| 08:05:21 p.m.            | 23.7 | 27.1 | 27.6 | 29.7 | 32.5 | 32.4 | 31.4 | 33.1 | 31.0 | 30.2 | 27.8 | 25.9 | 29.4  |
| 09:05:21 p.m.            | 23.7 | 27.3 | 27.6 | 29.7 | 32.4 | 32.5 | 31.5 | 33.2 | 30.7 | 30.2 | 27.8 | 25.9 | 29.4  |
| 10:05:21 p.m.            | 23.4 | 26.9 | 27.4 | 29.7 | 32.4 | 32.4 | 31.5 | 33.1 | 30.8 | 30.2 | 27.8 | 26.0 | 29.3  |
| 11:05:21 p.m.            | 23.2 | 26.7 | 27.4 | 29.6 | 32.3 | 32.4 | 31.5 | 33.0 | 30.8 | 30.2 | 27.8 | 26.0 | 29.2  |
| Media                    | 23.0 | 26.3 | 26.9 | 29.1 | 32.1 | 31.9 | 31.2 | 32.5 | 30.3 | 30.0 | 27.6 | 25.9 |       |

| Hora / Mes<br>T. Ext. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 19.3 | 22.3 | 23.4 | 25.4 | 28.9 | 28.5 | 27.9 | 29.0 | 27.2 | 25.5 | 23.2 | 20.8 | 25.1  |
| 01:05:21 a.m.            | 19.4 | 22.2 | 23.3 | 25.4 | 28.8 | 28.4 | 27.8 | 29.0 | 27.1 | 25.4 | 23.2 | 20.7 | 25.1  |
| 02:05:21 a.m.            | 19.3 | 22.2 | 23.3 | 25.4 | 28.7 | 28.5 | 27.7 | 29.0 | 27.0 | 25.4 | 23.2 | 20.7 | 25.0  |
| 03:05:21 a.m.            | 19.1 | 22.0 | 23.1 | 25.4 | 28.6 | 28.4 | 27.6 | 29.0 | 26.9 | 25.2 | 23.1 | 20.5 | 24.9  |
| 04:05:21 a.m.            | 19.1 | 21.9 | 23.0 | 25.2 | 28.4 | 28.3 | 27.5 | 29.0 | 26.9 | 25.1 | 23.0 | 20.4 | 24.8  |
| 05:05:21 a.m.            | 19.0 | 21.7 | 22.7 | 25.1 | 28.3 | 28.2 | 27.4 | 28.9 | 26.8 | 25.0 | 22.7 | 20.2 | 24.7  |
| 06:05:21 a.m.            | 18.8 | 21.7 | 22.6 | 25.0 | 28.1 | 28.2 | 27.3 | 28.9 | 26.7 | 24.9 | 22.6 | 20.1 | 24.6  |
| 07:05:21 a.m.            | 18.6 | 21.9 | 22.6 | 24.9 | 28.0 | 28.1 | 27.1 | 28.9 | 26.6 | 24.9 | 22.6 | 20.1 | 24.5  |
| 08:05:21 a.m.            | 18.5 | 21.8 | 22.5 | 24.7 | 27.8 | 27.8 | 27.0 | 28.8 | 26.5 | 24.8 | 22.5 | 20.0 | 24.4  |
| 09:05:21 a.m.            | 18.4 | 21.9 | 22.5 | 24.7 | 27.7 | 27.8 | 26.9 | 28.7 | 26.4 | 24.8 | 22.4 | 19.9 | 24.3  |
| 10:05:21 a.m.            | 18.6 | 22.0 | 22.5 | 24.8 | 27.7 | 28.1 | 27.2 | 28.7 | 26.4 | 24.8 | 22.5 | 19.9 | 24.4  |
| 11:05:21 a.m.            | 18.8 | 22.2 | 22.5 | 25.0 | 27.8 | 28.1 | 27.2 | 28.7 | 26.5 | 24.9 | 22.5 | 20.0 | 24.5  |
| 12:05:21 p.m.            | 19.0 | 22.5 | 22.8 | 25.3 | 27.9 | 28.1 | 27.3 | 28.6 | 26.5 | 25.2 | 22.6 | 20.2 | 24.7  |
| 01:05:21 p.m.            | 19.3 | 22.8 | 23.1 | 25.6 | 28.1 | 28.2 | 27.4 | 28.6 | 26.6 | 25.2 | 22.9 | 20.5 | 24.9  |
| 02:05:21 p.m.            | 19.6 | 23.1 | 23.5 | 26.0 | 28.4 | 28.4 | 27.6 | 28.6 | 26.7 | 25.5 | 23.1 | 20.8 | 25.1  |
| 03:05:21 p.m.            | 20.0 | 23.5 | 23.9 | 26.4 | 28.7 | 28.5 | 27.9 | 28.7 | 26.8 | 25.7 | 23.4 | 21.2 | 25.4  |
| 04:05:21 p.m.            | 20.3 | 23.8 | 24.0 | 26.7 | 29.0 | 28.6 | 28.1 | 28.8 | 27.0 | 26.0 | 23.5 | 21.6 | 25.6  |
| 05:05:21 p.m.            | 20.4 | 24.0 | 24.1 | 26.9 | 29.3 | 28.7 | 28.4 | 28.9 | 27.2 | 26.2 | 23.6 | 21.9 | 25.8  |
| 06:05:21 p.m.            | 20.5 | 23.8 | 24.2 | 26.4 | 29.6 | 28.6 | 28.5 | 29.1 | 27.3 | 26.2 | 23.8 | 22.0 | 25.8  |
| 07:05:21 p.m.            | 20.4 | 23.9 | 24.3 | 26.7 | 29.8 | 28.6 | 28.8 | 29.3 | 27.4 | 26.5 | 23.9 | 22.0 | 26.0  |
| 08:05:21 p.m.            | 20.3 | 24.2 | 24.1 | 26.8 | 29.7 | 28.7 | 28.8 | 29.3 | 27.4 | 26.5 | 23.8 | 22.1 | 26.0  |
| 09:05:21 p.m.            | 20.2 | 24.1 | 23.8 | 26.3 | 29.6 | 28.7 | 28.6 | 29.3 | 27.5 | 26.0 | 23.8 | 22.2 | 25.8  |
| 10:05:21 p.m.            | 19.9 | 23.6 | 23.5 | 26.1 | 29.5 | 28.7 | 28.5 | 29.3 | 27.5 | 25.8 | 23.5 | 21.5 | 25.6  |
| 11:05:21 p.m.            | 19.8 | 23.4 | 23.2 | 25.6 | 29.4 | 28.7 | 28.2 | 29.3 | 27.5 | 25.6 | 23.3 | 21.3 | 25.4  |
| Media                    | 19.5 | 22.8 | 23.3 | 25.7 | 28.7 | 28.4 | 27.8 | 28.9 | 26.9 | 25.5 | 23.1 | 20.9 |       |

FUENTE: Hobo N° 14 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

**Tabla N° 24**  
**Vivienda tradicional N° 4 en la recámara en 2014**  
**Humedad relativa media según hora-mes**

| Hora / Mes<br>H. R. Int. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 65.1 | 65.5 | 61.4 | 66.3 | 68.7 | 66.3 | 70.3 | 68.8 | 68.4 | 68.7 | 70.8 | 72.4 | 67.7  |
| 01:05:21 a.m.              | 65.6 | 65.8 | 61.8 | 66.6 | 69.1 | 66.7 | 70.6 | 69.3 | 68.9 | 69.2 | 71.1 | 72.6 | 68.1  |
| 02:05:21 a.m.              | 66.1 | 66.1 | 61.9 | 66.8 | 69.4 | 67.4 | 70.8 | 69.5 | 69.7 | 69.8 | 71.2 | 72.6 | 68.4  |
| 03:05:21 a.m.              | 66.8 | 66.2 | 62.2 | 66.6 | 69.6 | 67.4 | 71.0 | 69.6 | 69.9 | 70.5 | 71.3 | 72.7 | 68.7  |
| 04:05:21 a.m.              | 67.3 | 66.6 | 62.3 | 66.5 | 69.8 | 67.6 | 71.3 | 69.8 | 70.3 | 70.8 | 71.4 | 72.0 | 68.8  |
| 05:05:21 a.m.              | 67.5 | 67.0 | 62.3 | 66.3 | 69.5 | 67.8 | 71.4 | 69.5 | 70.5 | 71.3 | 71.5 | 71.5 | 68.9  |
| 06:05:21 a.m.              | 67.7 | 67.2 | 62.4 | 66.1 | 69.5 | 68.1 | 71.4 | 68.9 | 70.8 | 71.6 | 71.7 | 71.2 | 68.9  |
| 07:05:21 a.m.              | 67.8 | 67.4 | 62.1 | 65.8 | 69.1 | 68.2 | 71.5 | 68.6 | 70.9 | 71.7 | 71.3 | 70.9 | 68.8  |
| 08:05:21 a.m.              | 68.1 | 67.5 | 62.4 | 65.7 | 69.1 | 68.3 | 71.5 | 68.4 | 71.1 | 71.7 | 71.0 | 70.5 | 68.8  |
| 09:05:21 a.m.              | 68.3 | 67.7 | 62.4 | 65.7 | 69.0 | 68.4 | 71.3 | 68.3 | 71.3 | 72.1 | 70.6 | 69.8 | 68.7  |
| 10:05:21 a.m.              | 68.4 | 68.2 | 62.5 | 65.7 | 69.1 | 68.3 | 71.4 | 68.0 | 70.7 | 71.7 | 71.3 | 69.7 | 68.7  |
| 11:05:21 a.m.              | 68.4 | 68.2 | 62.5 | 65.2 | 68.8 | 68.0 | 71.2 | 68.1 | 69.7 | 70.6 | 70.4 | 70.0 | 68.4  |
| 12:05:21 p.m.              | 66.2 | 67.7 | 61.8 | 65.1 | 68.7 | 67.4 | 71.1 | 67.5 | 68.9 | 69.6 | 69.6 | 69.9 | 67.8  |
| 01:05:21 p.m.              | 65.2 | 67.4 | 61.3 | 64.0 | 68.0 | 66.7 | 70.8 | 66.8 | 67.8 | 67.8 | 67.9 | 69.6 | 66.9  |
| 02:05:21 p.m.              | 63.6 | 67.1 | 60.5 | 63.1 | 67.0 | 66.3 | 70.2 | 65.7 | 67.3 | 66.7 | 66.3 | 69.1 | 66.1  |
| 03:05:21 p.m.              | 62.1 | 66.8 | 60.2 | 62.7 | 66.3 | 66.2 | 69.6 | 65.5 | 66.4 | 65.3 | 65.8 | 68.6 | 65.4  |
| 04:05:21 p.m.              | 60.6 | 66.3 | 59.7 | 62.3 | 66.0 | 65.8 | 69.1 | 65.6 | 66.2 | 63.9 | 65.7 | 68.9 | 65.0  |
| 05:05:21 p.m.              | 60.0 | 66.2 | 59.2 | 62.3 | 66.0 | 65.8 | 68.6 | 65.7 | 66.0 | 64.1 | 66.2 | 69.3 | 64.9  |
| 06:05:21 p.m.              | 60.2 | 66.0 | 60.0 | 62.3 | 66.1 | 65.5 | 68.8 | 65.5 | 65.7 | 65.9 | 67.0 | 69.9 | 65.2  |
| 07:05:21 p.m.              | 60.7 | 66.1 | 60.4 | 62.3 | 65.7 | 65.1 | 68.6 | 65.3 | 66.0 | 67.4 | 68.1 | 70.7 | 65.5  |
| 08:05:21 p.m.              | 61.9 | 66.1 | 60.9 | 62.6 | 65.4 | 65.2 | 68.2 | 65.4 | 66.1 | 68.2 | 68.6 | 71.5 | 65.8  |
| 09:05:21 p.m.              | 62.8 | 66.3 | 61.2 | 63.0 | 65.7 | 65.7 | 68.2 | 65.6 | 66.8 | 68.2 | 69.5 | 72.2 | 66.3  |
| 10:05:21 p.m.              | 63.8 | 66.7 | 61.6 | 63.8 | 66.3 | 66.1 | 69.1 | 66.6 | 67.3 | 68.7 | 69.8 | 72.9 | 66.9  |
| 11:05:21 p.m.              | 63.8 | 67.2 | 61.5 | 64.4 | 66.6 | 66.6 | 69.4 | 67.4 | 67.7 | 68.8 | 70.2 | 73.3 | 67.2  |
| Media                      | 64.9 | 66.8 | 61.4 | 64.6 | 67.9 | 66.9 | 70.2 | 67.5 | 68.5 | 68.9 | 69.5 | 70.9 |       |

| Hora / Mes<br>H. R. Ext. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 70.5 | 73.2 | 67.4 | 71.2 | 72.2 | 72.1 | 73.3 | 74.2 | 72.3 | 74.2 | 77.0 | 81.6 | 73.3  |
| 01:05:21 a.m.              | 71.6 | 73.6 | 67.5 | 71.3 | 72.5 | 72.4 | 74.0 | 74.3 | 72.7 | 74.6 | 77.2 | 81.7 | 73.6  |
| 02:05:21 a.m.              | 72.2 | 74.2 | 68.7 | 71.4 | 72.7 | 72.4 | 75.4 | 74.4 | 73.0 | 75.0 | 77.1 | 81.8 | 74.0  |
| 03:05:21 a.m.              | 72.6 | 74.9 | 69.4 | 71.5 | 72.9 | 72.5 | 76.3 | 74.5 | 73.2 | 75.2 | 77.3 | 81.8 | 74.3  |
| 04:05:21 a.m.              | 73.2 | 75.0 | 69.5 | 71.2 | 73.1 | 72.6 | 76.5 | 74.7 | 73.5 | 75.5 | 77.4 | 82.2 | 74.6  |
| 05:05:21 a.m.              | 73.3 | 75.0 | 69.7 | 70.8 | 73.1 | 72.9 | 76.8 | 74.9 | 73.7 | 75.5 | 77.6 | 82.5 | 74.6  |
| 06:05:21 a.m.              | 73.6 | 75.1 | 69.7 | 70.8 | 73.3 | 73.2 | 77.2 | 74.9 | 73.6 | 75.4 | 77.8 | 82.8 | 74.8  |
| 07:05:21 a.m.              | 73.7 | 74.7 | 69.9 | 70.6 | 73.3 | 73.4 | 77.1 | 74.9 | 73.7 | 75.5 | 77.7 | 82.9 | 74.8  |
| 08:05:21 a.m.              | 73.7 | 75.0 | 70.9 | 70.3 | 73.7 | 73.5 | 77.9 | 74.6 | 73.7 | 75.6 | 77.9 | 83.0 | 75.0  |
| 09:05:21 a.m.              | 73.5 | 75.0 | 71.1 | 70.6 | 74.0 | 73.9 | 77.9 | 74.5 | 73.4 | 75.8 | 78.0 | 83.0 | 75.1  |
| 10:05:21 a.m.              | 73.6 | 75.2 | 70.9 | 70.8 | 74.2 | 73.6 | 77.7 | 74.5 | 73.3 | 76.0 | 78.0 | 83.3 | 75.1  |
| 11:05:21 a.m.              | 73.2 | 75.0 | 70.0 | 70.7 | 74.1 | 73.2 | 77.2 | 74.4 | 73.0 | 75.9 | 77.8 | 83.1 | 74.8  |
| 12:05:21 p.m.              | 71.9 | 73.7 | 67.6 | 70.4 | 74.1 | 72.5 | 76.1 | 74.1 | 72.7 | 75.4 | 77.3 | 82.4 | 74.0  |
| 01:05:21 p.m.              | 71.3 | 72.3 | 66.9 | 69.6 | 73.8 | 72.1 | 75.1 | 73.8 | 72.7 | 74.9 | 76.7 | 82.1 | 73.4  |
| 02:05:21 p.m.              | 70.6 | 71.5 | 65.7 | 69.5 | 73.3 | 71.3 | 74.0 | 73.3 | 72.1 | 74.6 | 76.4 | 81.5 | 72.8  |
| 03:05:21 p.m.              | 69.5 | 70.6 | 64.2 | 69.2 | 73.0 | 70.8 | 73.0 | 72.5 | 71.9 | 74.5 | 76.4 | 80.6 | 72.2  |
| 04:05:21 p.m.              | 68.5 | 69.9 | 63.3 | 69.0 | 72.5 | 70.4 | 72.8 | 72.3 | 71.9 | 74.2 | 76.1 | 80.1 | 71.7  |
| 05:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.4 | 63.1 | 69.3 | 72.3 | 69.9 | 72.3 | 71.7 | 72.1 | 74.1 | 76.0 | 79.8 | 71.5  |
| 06:05:21 p.m.              | 67.5 | 69.2 | 63.1 | 69.4 | 72.3 | 70.0 | 72.6 | 71.6 | 72.1 | 74.0 | 75.9 | 79.8 | 71.5  |
| 07:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.7 | 63.5 | 69.4 | 72.1 | 70.0 | 73.3 | 71.7 | 72.5 | 74.1 | 75.8 | 80.1 | 71.7  |
| 08:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.9 | 64.3 | 69.5 | 71.9 | 70.2 | 73.0 | 72.0 | 72.8 | 74.2 | 75.8 | 80.2 | 71.8  |
| 09:05:21 p.m.              | 68.5 | 71.0 | 64.0 | 70.0 | 71.9 | 70.7 | 73.4 | 72.2 | 73.3 | 74.6 | 76.0 | 80.4 | 72.2  |
| 10:05:21 p.m.              | 68.6 | 71.8 | 65.4 | 70.3 | 72.0 | 71.2 | 73.9 | 72.4 | 74.0 | 74.9 | 76.2 | 80.7 | 72.6  |
| 11:05:21 p.m.              | 69.5 | 72.7 | 65.8 | 70.5 | 72.3 | 71.6 | 74.1 | 72.7 | 74.3 | 75.0 | 76.3 | 81.1 | 73.0  |
| Media                      | 71.0 | 72.8 | 67.1 | 70.3 | 72.9 | 71.9 | 75.0 | 73.6 | 73.0 | 74.9 | 76.9 | 81.6 |       |

FUENTE: Hobo N° 14 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### **4.4.23 Interpretación de los valores de temperatura y humedad media según hora-mes de la recámara**

##### **4.4.23.1 Temperatura y humedad relativa media interior hora-mes**

La temperatura más alta se presenta de las 07:05 a las 09:05 p.m. con 29.40°C, la más baja con 28.40°C a las 09.05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 23.00°C, y con la más alta es agosto con 32.50°C.

La humedad relativa más alta es de 68.90% y se presenta de las 05:05 a.m. a las 06:05 a.m., asimismo la más baja es de 64.90% a las 05:05 p.m.

El mes con humedad relativa más baja es marzo con 61.40%, y con la más alta es diciembre con 70.90%.

##### **4.4.23.2 Temperatura y humedad relativa media exterior hora-mes**

La temperatura más alta es de 26.00°C y se presentan entre las 07:05 y 08:05 p.m. asimismo la más baja con 24.30°C a las 09.05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 19.50°C, y con la más alta es agosto con 28.90°C.

La humedad relativa más alta es de 75.10% y se presenta entre las 09:05 y las 10:05 a.m., asimismo la más baja es de 71.50% entre las 05:05 y 06:05 p.m.

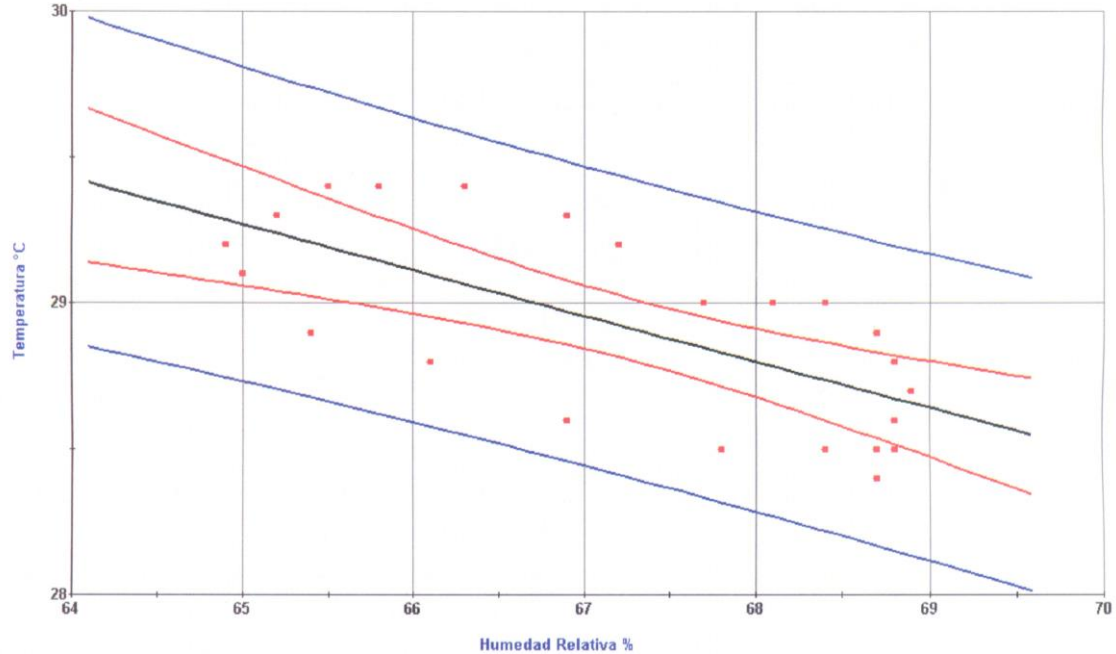
El mes con humedad relativa más baja es marzo con 67.10% y con la más alta es diciembre con 81.60%.

Datos extraídos de las tablas N° 23 y 24.

#### 4.4.24 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media interior según hora-mes en la recámara en 2014

Gráfico N° 50

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media interior



FUENTE: Software G-STATS STUDENT (2015). Gestiona: Elaboración Propia.

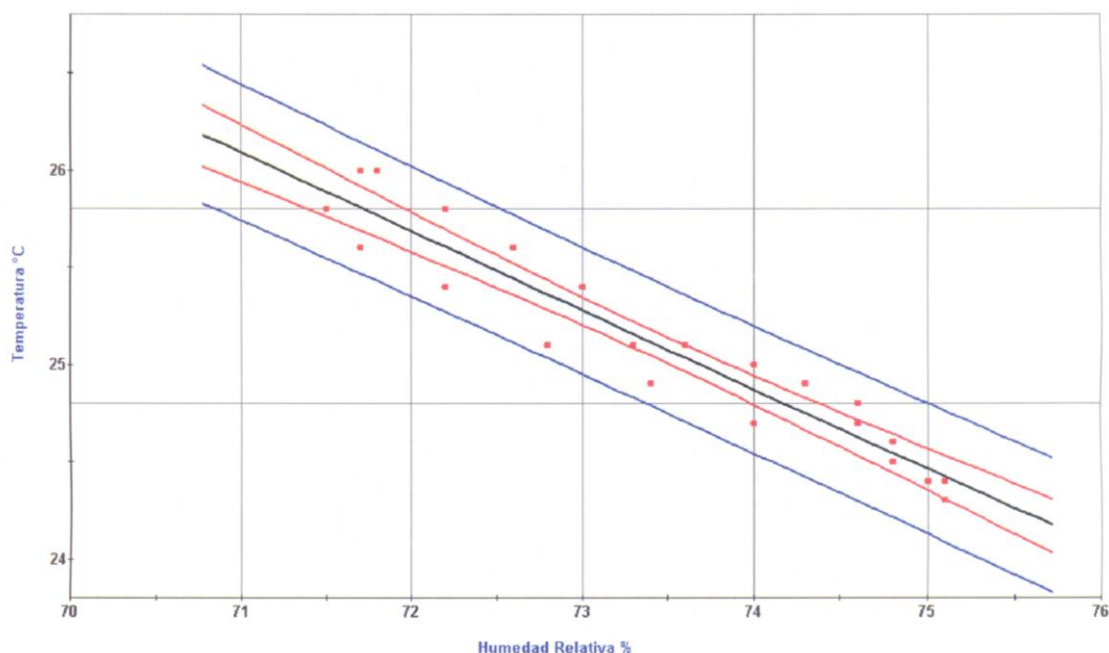
En el gráfico N° 50 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 67.30              | 28.90          |
| Mediana                    | 67.70              | 28.90          |
| Moda                       | 68.70              | 28.50          |
| Media Geométrica           | 67.30              | 28.90          |
| Varianza                   | 2.10               | 0.10           |
| Desviación Típica          | 1.40               | 0.30           |
| Error Estándar de la Media | 0.20               | 0.00           |
| Mínimo                     | 64.90              | 28.40          |
| Máximo                     | 68.90              | 29.40          |

#### 4.4.25 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media exterior según hora-mes en 2014

Gráfico N° 51

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media exterior



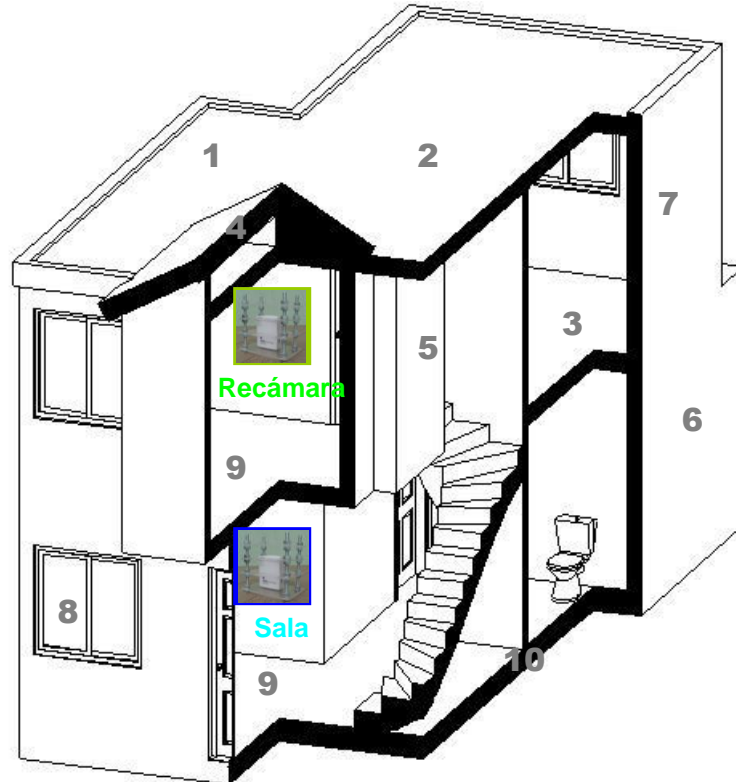
FUENTE: Software G-STATS STUDENT (2015). Gestiona: Elaboración Propia.

En el gráfico N° 51 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 73.40              | 25.10          |
| Mediana                    | 73.50              | 25.00          |
| Moda                       | 74.80              | 25.10          |
| Media Geométrica           | 73.40              | 25.00          |
| Varianza                   | 1.60               | 0.20           |
| Desviación Típica          | 1.20               | 0.50           |
| Error Estándar de la Media | 0.20               | 0.10           |
| Mínimo                     | 71.50              | 24.30          |
| Máximo                     | 75.10              | 26.00          |

## 4.5 Vivienda común N° 15

Gráfico N° 52  
Isométrico de la vivienda común N° 15



### 4.5.1 Solución constructiva

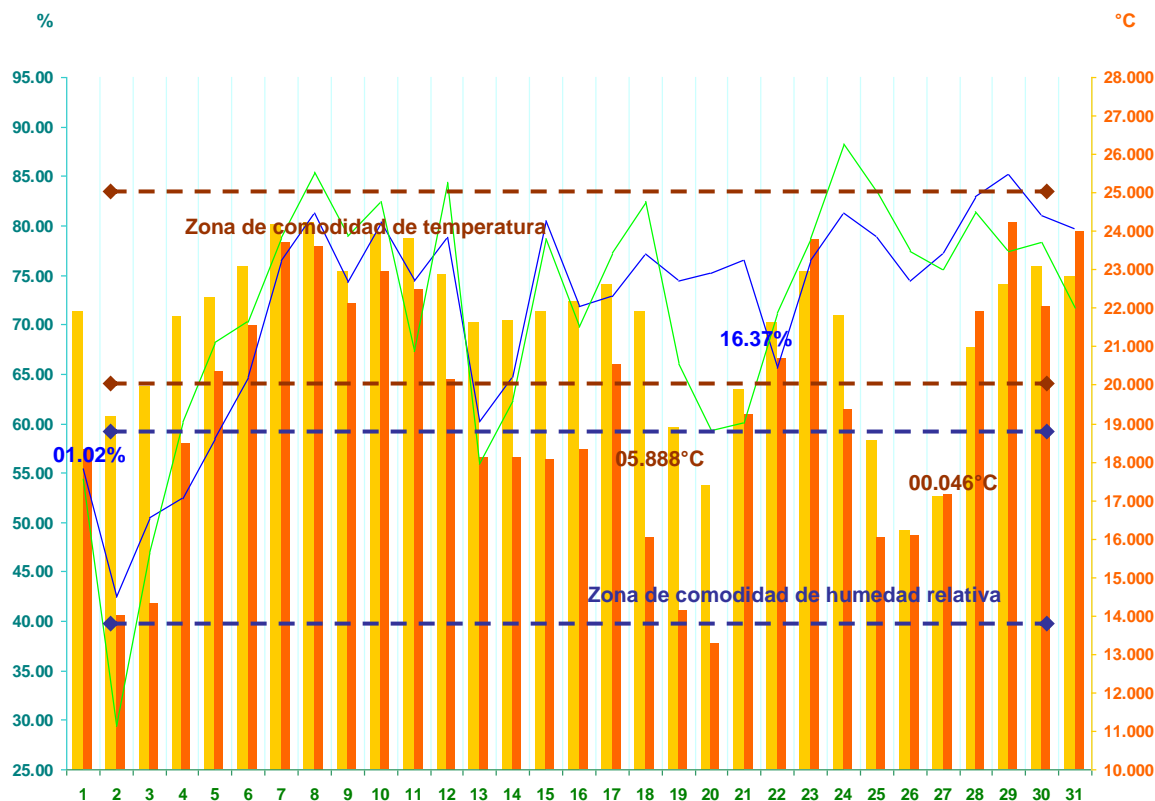
- 1 Impermeabilizante a base de resinas acrílicas y capas de fibra de vidrio
- 2 Cubierta de azotea aligerado con vigueta y bovedilla
- 3 Cubierta de entepiso aligerado con vigueta y bovedilla
- 4 Pretiles de Bloque ligero de 0.15 x 0.20 x 0.40 m
- 5 Aplanado interior de yeso
- 6 Muro de Bloque pesado de 0.15 x 0.20 x 0.40 m
- 7 Aplanado exterior de cemento-arena proporción 1:5
- 8 Cancelería de aluminio natural con acristalamiento de 6 mm
- 9 Pisos de cemento pulido
- 10 Losa de cimentación de capa de concreto armado
- 11 Instalación hidráulica de tubería de P.V.C.
- 12 Instalación Sanitaria Tubería de Cobre

FUENTE: Elaboración Propia.

La vivienda contempla alturas interiores de piso a cielorraso de 2.40 m; con un volumen total interior de 200.00 m<sup>3</sup>; un área de cubierta de 42.00 m<sup>2</sup>; un área de la envolvente sin cubierta de 161.80 m<sup>2</sup>; con un área de aberturas en la envolvente de 15.00 m<sup>2</sup>; dando en total un porcentaje de aberturas en la envolvente de 9.00%.

### 4.5.2 Análisis higrotérmico de la sala en enero, 2014

Gráfico N° 53  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Vivienda común N° 15 en la sala enero de 2014



FUENTE: Hobo N° 11 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 22.287°C                  |
| Límite superior                       | 24.787°C                  |
| Límite inferior                       | 19.787°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 25                        |
| Días demasía de temperatura           | 0                         |
| Días pérdida de temperatura           | 6                         |
| Ampliación mínima de temperatura      | 00.046°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 05.888°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 5                         |
| Días demasía de humedad relativa      | 26                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 0                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 01.02%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 16.37%                    |

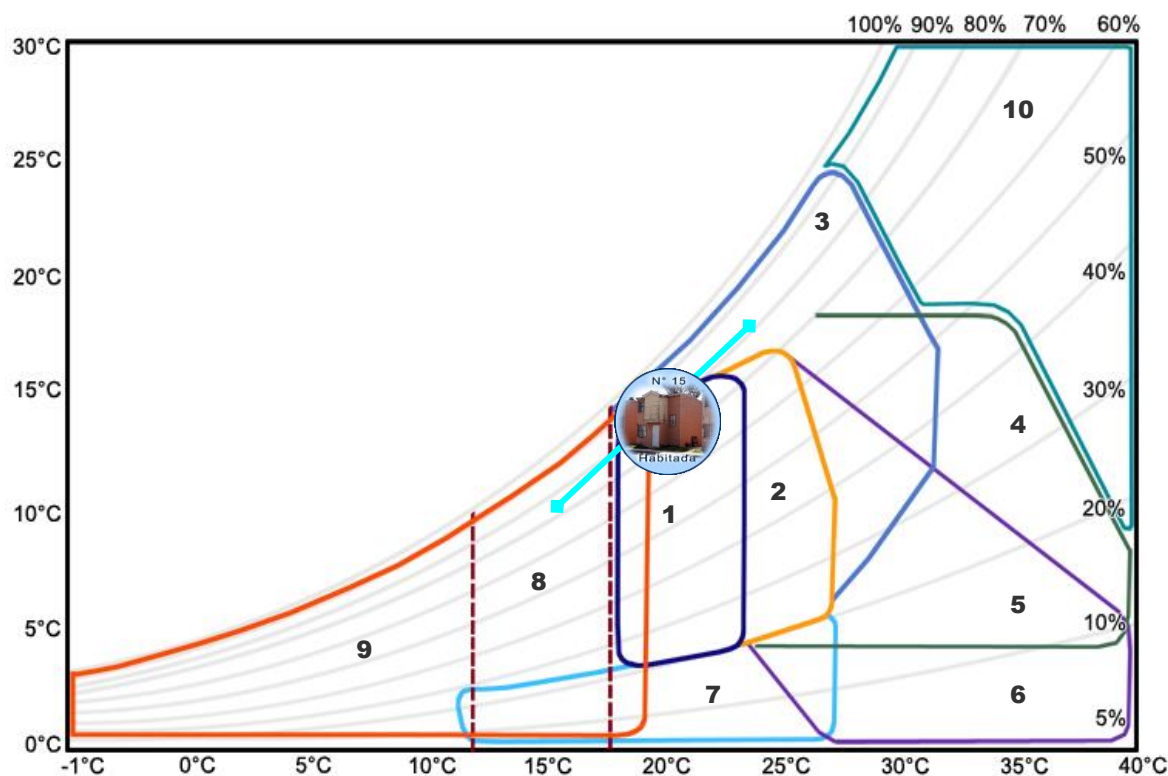
Tabla N° 25  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda común N° 15 en la sala enero de 2014**  
**Zonas de comodidad constante**

| Días     | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|----------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| 1        | Comodidad                 | 21.925         | 18.320         | Comodidad                   | 55.45            | 54.43            |
| 2        | Pérdida                   | 19.184         | 14.007         | Comodidad                   | 42.45            | 29.35            |
| 3        | Comodidad                 | 19.934         | 14.329         | Comodidad                   | 50.45            | 47.01            |
| 4        | Comodidad                 | 21.774         | 18.474         | Comodidad                   | 52.45            | 60.16            |
| 5        | Comodidad                 | 22.276         | 20.353         | Comodidad                   | 58.45            | 68.28            |
| 6        | Comodidad                 | 23.086         | 21.562         | Demasía                     | 64.73            | 70.26            |
| 7        | Comodidad                 | 24.187         | 23.692         | Demasía                     | 76.46            | 78.84            |
| 8        | Comodidad                 | <b>24.201</b>  | 23.623         | Demasía                     | <b>81.29</b>     | 85.39            |
| 9        | Comodidad                 | 22.935         | 22.109         | Demasía                     | 74.27            | 78.95            |
| 10       | Comodidad                 | 23.924         | 22.941         | Demasía                     | 80.37            | 82.45            |
| 11       | Comodidad                 | 23.807         | 22.492         | Demasía                     | 74.39            | 67.33            |
| 12       | Comodidad                 | 22.880         | 20.150         | Demasía                     | 78.83            | 84.42            |
| 13       | Comodidad                 | 21.612         | 18.126         | Demasía                     | 60.19            | 55.96            |
| 14       | Comodidad                 | 21.690         | 18.106         | Demasía                     | 64.78            | 62.43            |
| 15       | Comodidad                 | 21.900         | 18.042         | Demasía                     | 80.45            | 78.75            |
| 16       | Comodidad                 | 22.175         | 18.303         | Demasía                     | 71.87            | 69.83            |
| 17       | Comodidad                 | 22.596         | 20.527         | Demasía                     | 72.86            | 77.23            |
| 18       | Comodidad                 | 21.925         | 16.037         | Demasía                     | 77.10            | 82.51            |
| 19       | Pérdida                   | 18.872         | 14.125         | Demasía                     | 74.47            | 66.07            |
| 20       | Pérdida                   | 17.384         | 13.268         | Demasía                     | 75.18            | 59.28            |
| 21       | Comodidad                 | 19.872         | 19.202         | Demasía                     | 76.45            | 60.09            |
| 22       | Comodidad                 | 21.609         | 20.693         | Demasía                     | 65.57            | 71.15            |
| 23       | Comodidad                 | 22.927         | 23.772         | Demasía                     | 76.51            | 78.73            |
| 24       | Comodidad                 | 21.811         | 19.359         | Demasía                     | 81.34            | 88.21            |
| 25       | Pérdida                   | 18.564         | 16.019         | Demasía                     | 78.81            | 83.48            |
| 26       | Pérdida                   | <b>16.224</b>  | 16.086         | Demasía                     | <b>74.45</b>     | 77.34            |
| 27       | Pérdida                   | 17.094         | 17.140         | Demasía                     | 77.24            | 75.56            |
| 28       | Comodidad                 | 20.970         | 21.901         | Demasía                     | 82.91            | 81.36            |
| 29       | Comodidad                 | 22.625         | 24.223         | Demasía                     | 85.19            | 77.37            |
| 30       | Comodidad                 | 23.092         | 22.040         | Demasía                     | 80.99            | 78.28            |
| 31       | Comodidad                 | 22.801         | 23.980         | Demasía                     | 79.68            | 71.52            |
| T. Media |                           | <b>21.479</b>  | <b>19.452</b>  | H. R. Media                 | <b>71.79</b>     | <b>71.03</b>     |

**FUENTE:** Hobo N° 11 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.



Gráfico N° 54  
Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para enero de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

#### Variables

Vivienda

Área

Enero y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 16.224°C – 74.45%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

#### Temperatura y humedad relativa interior

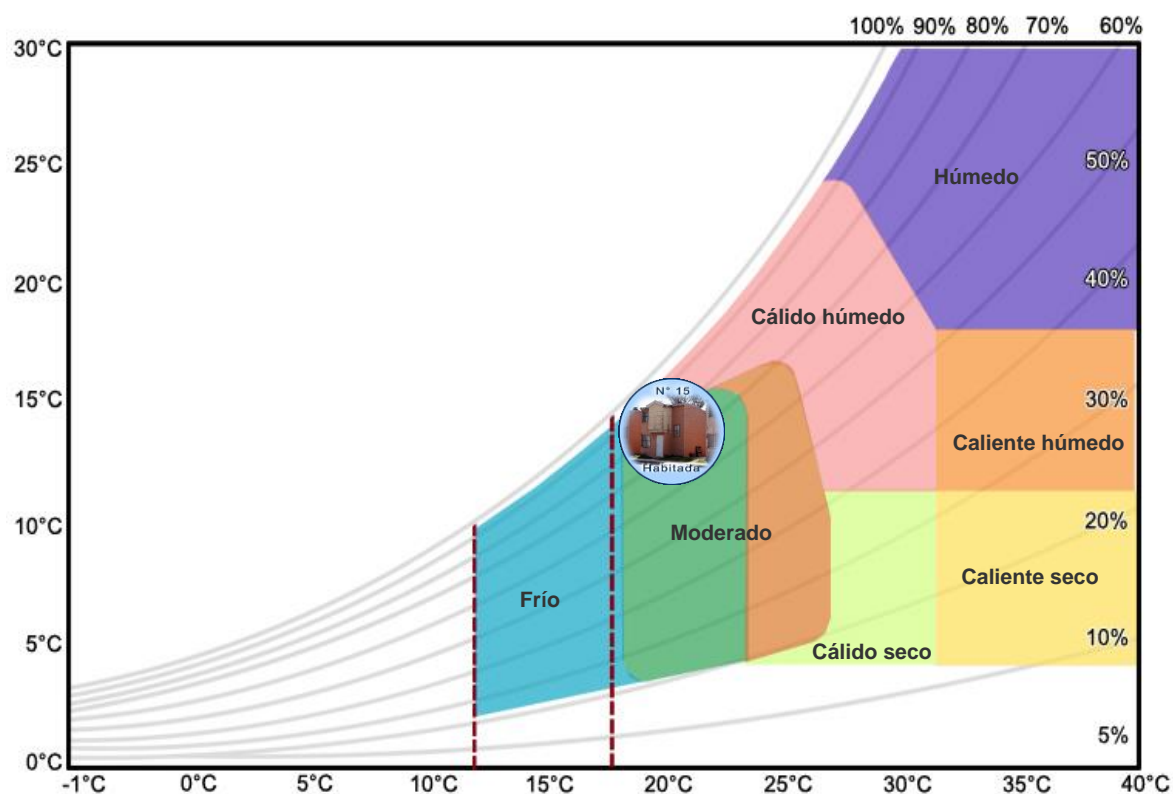
Común N° 15

Sala

T. Máxima con su correspondiente H. R. = 24.201°C – 81.29%

|    |
|----|
| 1  |
| 2  |
| 3  |
| 4  |
| 5  |
| 6  |
| 7  |
| 8  |
| 9  |
| 10 |

Gráfico N° 55  
Clasificación higrotérmica enero de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Variables               | Temperatura y humedad relativa interior |
| Vivienda                | Común N° 15                             |
| Área                    | Sala                                    |
| Enero                   | Moderado                                |
| Clasificación climática |   |
| <b>Moderado</b>         |   |
| Cálido Húmedo           |   |
| Húmedo                  |   |
| Caliente húmedo         |   |
| Caliente seco           |   |
| Cálido seco             |   |
| Frio                    |   |

### 4.5.3 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 53 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 22.30°C con un límite superior de 24.80°C y un límite inferior de 19.80°C. Presenta un total de 25 días de comodidad, 0 de demasía, y 6 de pérdida temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 0.00°C, y la máxima es de 5.90°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 5 días de comodidad, 26 de demasía y 0 de pérdida de humedad relativa. El diferencial de ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 1.00%, y la máxima es de 16.40%.

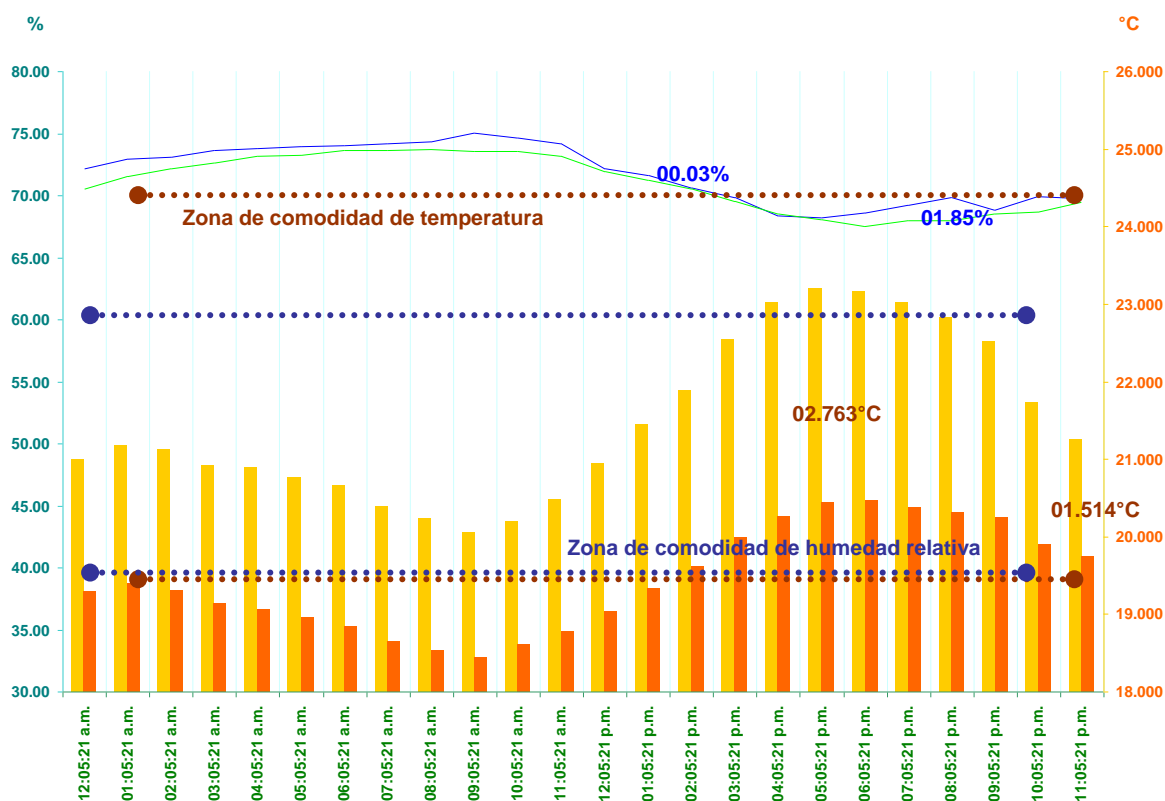
La temperatura media de 21.50°C al interior, al exterior es de 19.50°C, y la humedad relativa media interior es de 71.80% y al exterior es de 71.30%, según tabla N° 25.

Las recomendaciones salidas de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior del gráfico N° 54 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 25, son las siguientes: Se encuentra en la zona de comodidad en invierno, requiere ventilación cruzada e incita a mejor ganancia interna.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 55 de Lechner (2001), es un espacio moderado.

#### 4.5.4 Análisis higrotérmico del día típico de la sala en enero, 2014

Gráfico N° 56  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Día típico de la vivienda común N° 15 en la sala enero de 2014



FUENTE: Hobo N° 11 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                    | Humedad relativa interior |
|---|---------------------------|
| Temperatura Exterior                    | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                     | 22.287°C                  |
| Límite superior                         | 24.787°C                  |
| Límite inferior                         | 19.787°C                  |
| Horas comodidad de temperatura          | 24                        |
| Horas demasía de temperatura            | 0                         |
| Horas pérdida de temperatura            | 0                         |
| Oscilación de temperatura interior      | 03.141°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior      | 02.018°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura        | 01.514°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura        | 02.763°C                  |
| Humedad relativa neutral                | 50.00%                    |
| Límite superior                         | 60.00%                    |
| Límite inferior                         | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa     | 0                         |
| Horas demasía de humedad relativa       | 24                        |
| Horas pérdida de humedad relativa       | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior | 06.80%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior | 06.18%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa   | 00.03%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa   | 01.85%                    |

Tabla N° 26  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico en la vivienda común N° 15 en la sala enero de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior   | T. Exterior   | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior | H. R. Exterior |
|---------------|---------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| 12:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.005        | 19.304        | Demasia                     | 72.16          | 70.52          |
| 01:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.180        | 19.407        | Demasia                     | 72.92          | 71.56          |
| 02:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.120        | 19.319        | Demasia                     | 73.07          | 72.19          |
| 03:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.933        | 19.141        | Demasia                     | 73.65          | 72.63          |
| 04:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.889        | 19.069        | Demasia                     | 73.78          | 73.17          |
| 05:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.765        | 18.961        | Demasia                     | 73.97          | 73.27          |
| 06:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.666        | 18.845        | Demasia                     | 73.99          | 73.64          |
| 07:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.397        | 18.649        | Demasia                     | 74.16          | 73.65          |
| 08:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.227        | 18.537        | Demasia                     | 74.35          | <b>73.73</b>   |
| 09:05:21 a.m. | Comodidad                 | <b>20.064</b> | <b>18.448</b> | Demasia                     | <b>75.05</b>   | 73.55          |
| 10:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.199        | 18.604        | Demasia                     | 74.65          | 73.57          |
| 11:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.477        | 18.786        | Demasia                     | 74.17          | 73.20          |
| 12:05:21 p.m. | Comodidad                 | 20.958        | 19.041        | Demasia                     | 72.17          | 71.91          |
| 01:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.450        | 19.344        | Demasia                     | 71.66          | 71.26          |
| 02:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.876        | 19.621        | Demasia                     | <u>70.60</u>   | <u>70.57</u>   |
| 03:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.539        | 19.994        | Demasia                     | 69.81          | 69.52          |
| 04:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.028        | 20.274        | Demasia                     | 68.39          | 68.50          |
| 05:05:21 p.m. | Comodidad                 | <u>23.205</u> | <u>20.442</u> | Demasia                     | <b>68.25</b>   | 68.03          |
| 06:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.164        | <b>20.466</b> | Demasia                     | 68.60          | <b>67.55</b>   |
| 07:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.020        | 20.381        | Demasia                     | 69.20          | 67.97          |
| 08:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.827        | 20.315        | Demasia                     | <u>69.83</u>   | <u>67.98</u>   |
| 09:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.516        | 20.245        | Demasia                     | 68.87          | 68.54          |
| 10:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.731        | 19.893        | Demasia                     | 69.95          | 68.64          |
| 11:05:21 p.m. | Comodidad                 | <u>21.267</u> | <u>19.753</u> | Demasia                     | 69.79          | 69.48          |
|               | T. Media                  | <b>21.479</b> | <b>19.452</b> | H. R. Media                 | <b>71.79</b>   | <b>71.03</b>   |

**FUENTE:** Hobo N° 11 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.5.5 Interpretación de gráfico higrotérmico

El gráfico N° 56 de las zonas de comodidad constante del día típico presenta una temperatura neutral de 22.30°C, con límite superior de +2.50°C y un límite inferior de -2.50°C. Presenta 24 horas de comodidad de temperatura.

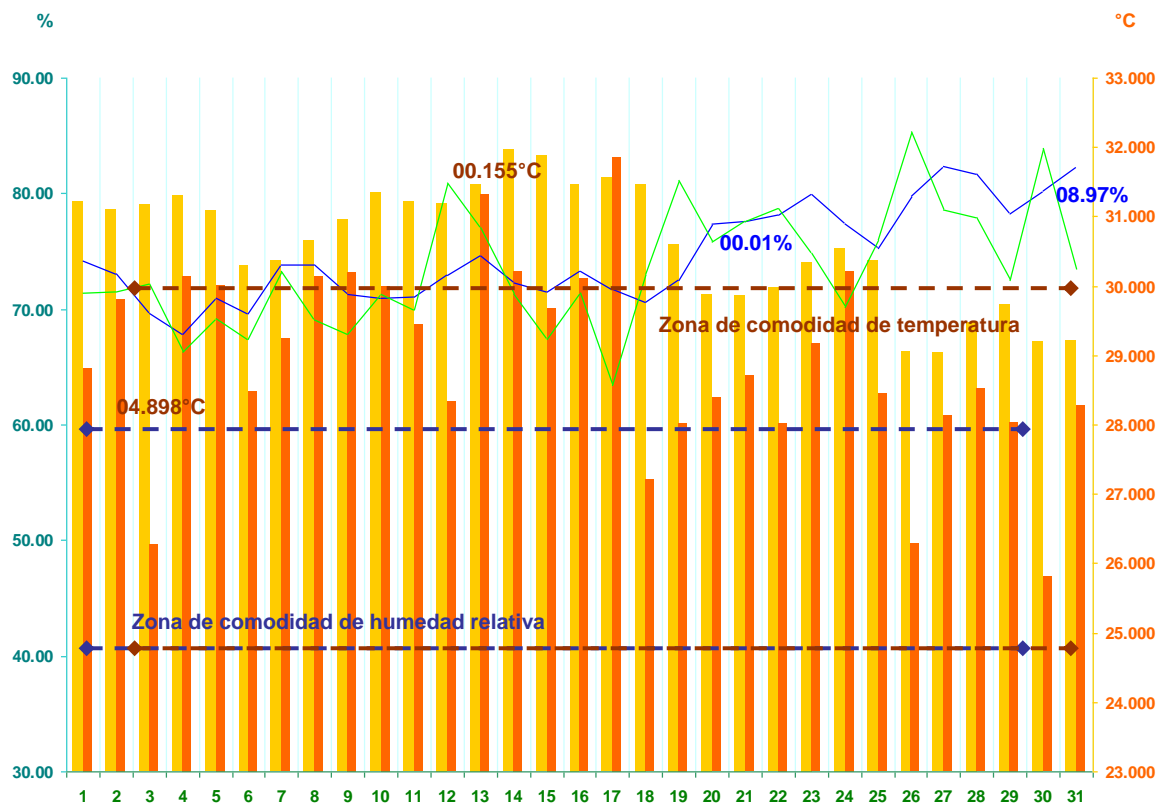
La oscilación de temperatura interior es de 3.10°C y la exterior de 2.00°C. Su ampliación mínima de temperatura es de 1.50°C y la máxima de 2.80°C, marcados en la tabla N° 26.

La humedad relativa de comodidad es de 50.00% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 24 horas de demasía, con una oscilación interior de 6.80% y exterior de 6.10%, la ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 0.00% y la máxima es de 1.80%.

La temperatura media interior es de 21.50°C, la exterior de 19.40°C, la humedad relativa media interior es de 71.80%, y la exterior es de 73.00% como se expresan en la tabla N° 26.

### 4.5.6 Análisis higrotérmico de la sala en agosto, 2014

Gráfico N° 57  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Vivienda común N° 15 en la sala agosto de 2014



FUENTE: Hobo N° 11 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 27.355°C                  |
| Límite superior                       | 29.855°C                  |
| Límite inferior                       | 24.855°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 6                         |
| Días demasía de temperatura           | 25                        |
| Días pérdida de temperatura           | 0                         |
| Ampliación mínima de temperatura      | 00.155°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 04.898°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 0                         |
| Días demasía de humedad relativa      | 31                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 0                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 00.01%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 08.97%                    |

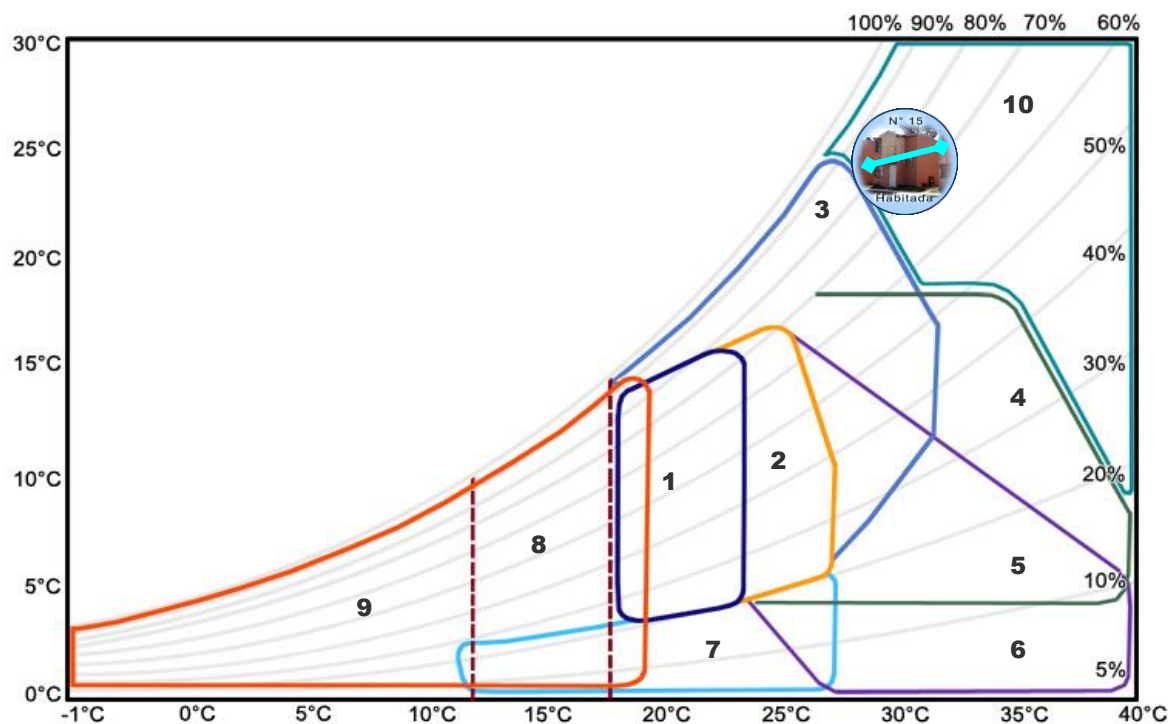
Tabla N° 27  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda común N° 15 en la sala agosto de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Días     | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|----------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| 1        | Demasia                   | 31.208         | 28.808         | Demasia                     | 74.19            | 71.45            |
| 2        | Demasia                   | 31.098         | 29.803         | Demasia                     | 73.08            | 71.53            |
| 3        | Demasia                   | 31.166         | 26.268         | Demasia                     | 69.63            | 72.16            |
| 4        | Demasia                   | 31.307         | 30.143         | Demasia                     | 67.87            | 66.35            |
| 5        | Demasia                   | 31.073         | 30.013         | Demasia                     | 70.96            | 69.16            |
| 6        | Demasia                   | 30.295         | 28.485         | Demasia                     | 69.68            | 67.39            |
| 7        | Demasia                   | 30.361         | 29.227         | Demasia                     | 73.80            | 73.28            |
| 8        | Demasia                   | 30.655         | 30.147         | Demasia                     | 73.79            | 69.09            |
| 9        | Demasia                   | 30.955         | 30.201         | Demasia                     | 71.27            | 67.87            |
| 10       | Demasia                   | 31.348         | 29.997         | Demasia                     | 71.00            | 71.31            |
| 11       | Demasia                   | 31.207         | 29.436         | Demasia                     | 71.05            | 70.00            |
| 12       | Demasia                   | 31.183         | 28.324         | Demasia                     | 72.92            | 80.91            |
| 13       | Demasia                   | 31.471         | 31.316         | Demasia                     | 74.59            | 77.05            |
| 14       | Demasia                   | <b>31.960</b>  | 30.219         | Demasia                     | <b>72.26</b>     | 71.31            |
| 15       | Demasia                   | 31.879         | 29.687         | Demasia                     | 71.50            | 67.41            |
| 16       | Demasia                   | 31.470         | 30.105         | Demasia                     | 73.32            | 71.37            |
| 17       | Demasia                   | 31.564         | 31.851         | Demasia                     | 71.68            | 63.46            |
| 18       | Demasia                   | 31.466         | 27.210         | Demasia                     | 70.64            | 73.09            |
| 19       | Demasia                   | 30.601         | 28.025         | Demasia                     | 72.47            | 81.10            |
| 20       | Demasia                   | 29.876         | 28.378         | Demasia                     | 77.33            | 75.85            |
| 21       | Demasia                   | 29.863         | 28.703         | Demasia                     | 77.63            | 77.61            |
| 22       | Demasia                   | 29.971         | 28.025         | Demasia                     | 78.16            | 78.69            |
| 23       | Demasia                   | 30.341         | 29.155         | Demasia                     | 79.91            | 74.87            |
| 24       | Demasia                   | 30.538         | 30.205         | Demasia                     | 77.41            | 70.15            |
| 25       | Demasia                   | 30.353         | 28.445         | Demasia                     | 75.30            | 76.09            |
| 26       | Comodidad                 | 29.053         | 26.279         | Demasia                     | 79.84            | 85.39            |
| 27       | Comodidad                 | <b>29.036</b>  | 28.135         | Demasia                     | <b>82.35</b>     | 78.60            |
| 28       | Comodidad                 | 29.467         | 28.512         | Demasia                     | 81.67            | 77.95            |
| 29       | Comodidad                 | 29.742         | 28.028         | Demasia                     | 78.21            | 72.46            |
| 30       | Comodidad                 | 29.202         | 25.801         | Demasia                     | 80.24            | 83.91            |
| 31       | Comodidad                 | 29.218         | 28.283         | Demasia                     | 82.32            | 73.35            |
| T. Media |                           | <b>30.611</b>  | <b>28.942</b>  | H. R. Media                 | <b>74.71</b>     | <b>73.56</b>     |

**FUENTE:** Hobo N° 11 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.



Gráfico N° 58  
Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para agosto de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Variables

Vivienda

Área

Agosto y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 29.036°C – 82.35%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

Temperatura y humedad relativa interior

Común N° 15

Sala

T. Máxima con su correspondiente H. R. = 31.960°C – 72.26%

1

2

3

4

5

6

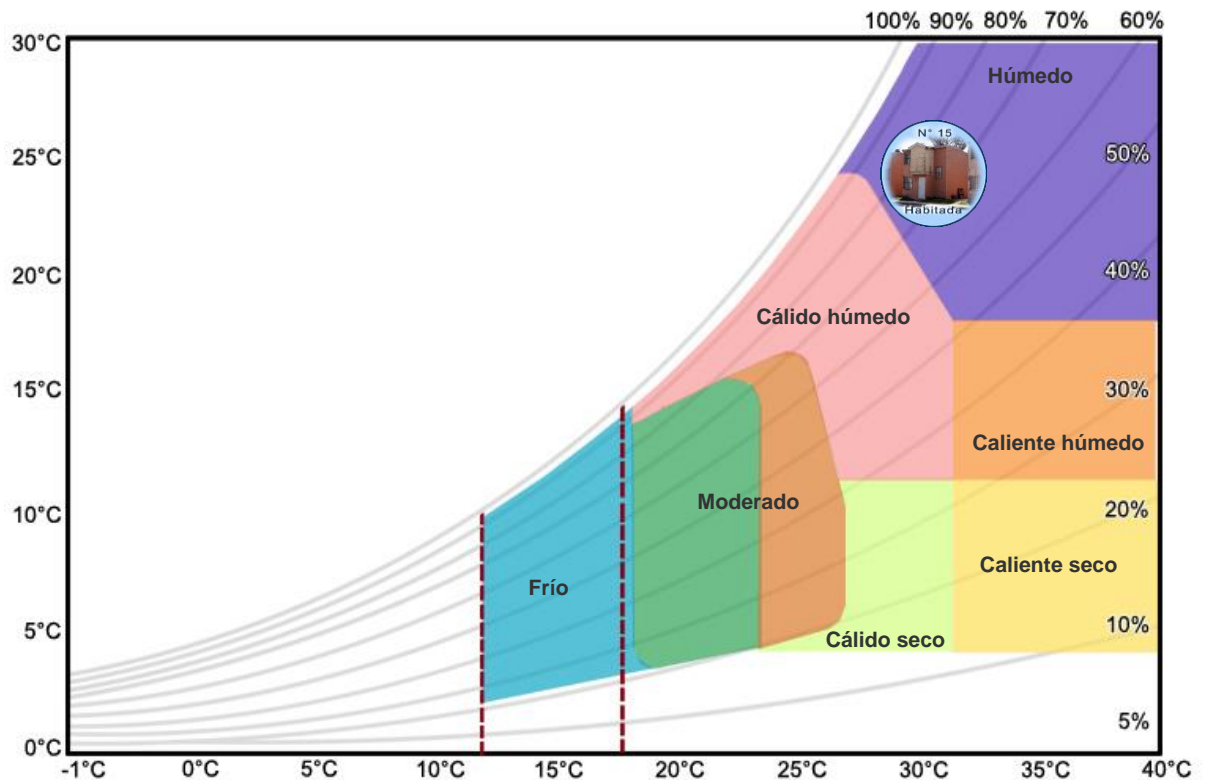
7

8

9

10

Gráfico N° 59  
Clasificación higrotérmica agosto de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Variables               | Temperatura y humedad relativa interior |
| Vivienda                | Común N° 15                             |
| Área                    | Sala                                    |
| Agosto                  | Húmedo                                  |
| Clasificación climática |   |
| Moderado                |   |
| Cálido Húmedo           |   |
| <b>Húmedo</b>           |   |
| Caliente húmedo         |   |
| Caliente seco           |   |
| Cálido seco             |   |
| Frio                    |   |

#### 4.5.7 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 57 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 27.40°C con un límite superior de 28.90°C y un límite inferior de 24.90°C. Presenta un total de 6 días de comodidad, 25 de demasía, y 0 de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 0.20°C, y la máxima es de 4.90°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 31 días de demasía de humedad relativa. El diferencial de ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 0.00%, y la máxima es de 9.00%.

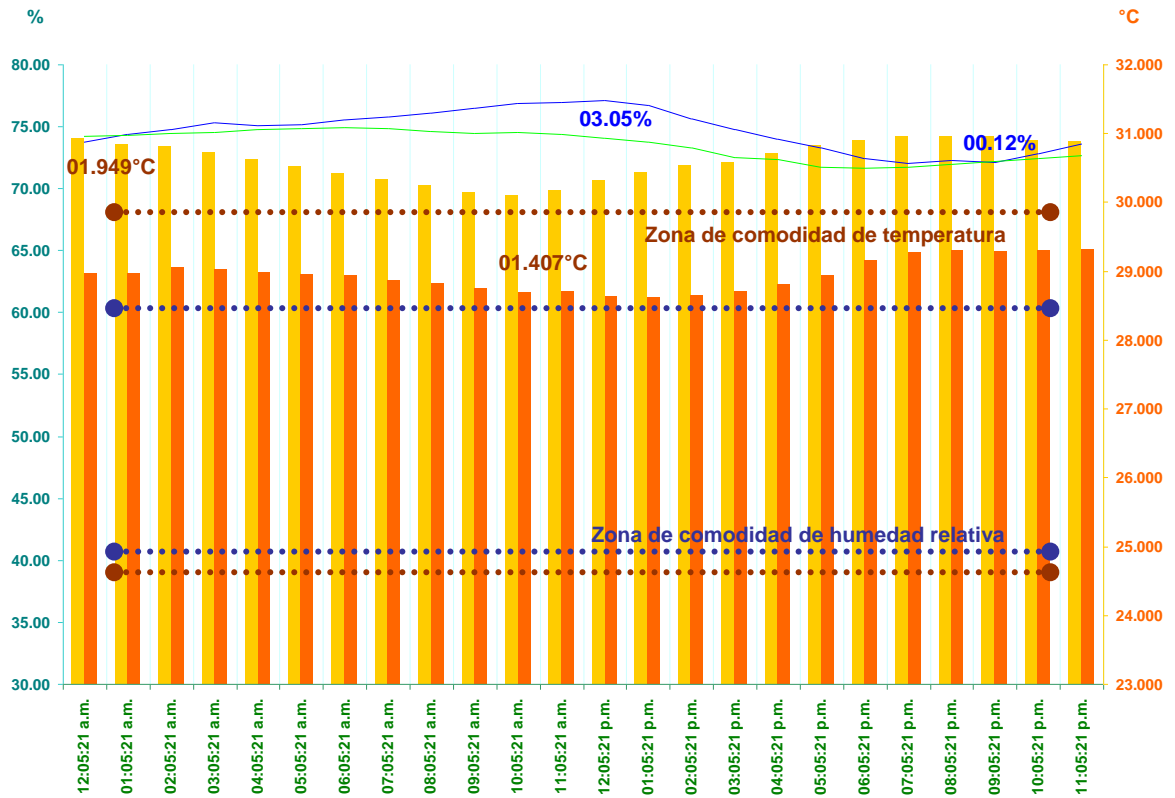
La temperatura media es de 30.60°C al interior, al exterior es de 28.90°C, y la humedad relativa media interior es de 74.70% y al exterior es de 73.60%, según tabla N° 27.

Las recomendaciones emanadas de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior del gráfico N° 58 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 27, son las siguientes: Requiere deshumidificación en el espacio.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 59 de Lechner (2001), es un espacio húmedo.

#### 4.5.8 Análisis higrotérmico del día típico de la sala en agosto, 2014

Gráfico N° 60  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Día típico de la vivienda común N° 15 en la sala agosto de 2014



FUENTE: Hobo N° 11 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                    | Humedad relativa interior |
|---|---------------------------|
| Temperatura Exterior                    | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                     | 27.355°C                  |
| Límite superior                         | 29.855°C                  |
| Límite inferior                         | 24.855°C                  |
| Horas comodidad de temperatura          | 0                         |
| Horas demasía de temperatura            | 24                        |
| Horas pérdida de temperatura            | 0                         |
| Oscilación de temperatura interior      | 00.874°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior      | 00.697°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura        | 01.407°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura        | 01.949°C                  |
| Humedad relativa neutral                | 50.00%                    |
| Límite superior                         | 60.00%                    |
| Límite inferior                         | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa     | 0                         |
| Horas demasía de humedad relativa       | 24                        |
| Horas pérdida de humedad relativa       | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior | 05.04%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior | 03.31%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa   | 00.12%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa   | 03.05%                    |

Tabla N° 28  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico de la vivienda común N° 15 en la sala agosto de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior          | T. Exterior   | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior      | H. R. Exterior |
|---------------|---------------------------|----------------------|---------------|-----------------------------|---------------------|----------------|
| 12:05:21 a.m. | Demasía                   | <u>30.917</u>        | <u>28.968</u> | Demasía                     | 73.78               | 74.22          |
| 01:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.841               | 28.962        | Demasía                     | 74.41               | 74.33          |
| 02:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.802               | 29.046        | Demasía                     | 74.74               | 74.44          |
| 03:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.720               | 29.017        | Demasía                     | 75.31               | 74.50          |
| 04:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.619               | 28.976        | Demasía                     | 75.05               | 74.74          |
| 05:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.511               | 28.947        | Demasía                     | 75.19               | 74.89          |
| 06:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.414               | 28.941        | Demasía                     | 75.53               | <b>74.94</b>   |
| 07:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.323               | 28.861        | Demasía                     | 75.81               | 74.85          |
| 08:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.238               | 28.806        | Demasía                     | 76.10               | 74.59          |
| 09:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.149               | 28.739        | Demasía                     | 76.46               | 74.47          |
| 10:05:21 a.m. | Demasía                   | <b><u>30.094</u></b> | <u>28.687</u> | Demasía                     | 76.86               | 74.54          |
| 11:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.174               | 28.706        | Demasía                     | 76.99               | 74.41          |
| 12:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.311               | 28.635        | Demasía                     | <b><u>77.11</u></b> | <u>74.06</u>   |
| 01:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.425               | <b>28.621</b> | Demasía                     | 76.71               | 73.78          |
| 02:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.523               | 28.647        | Demasía                     | 75.64               | 73.30          |
| 03:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.585               | 28.700        | Demasía                     | 74.79               | 72.54          |
| 04:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.707               | 28.799        | Demasía                     | 73.98               | 72.33          |
| 05:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.818               | 28.944        | Demasía                     | 73.31               | 71.74          |
| 06:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.896               | 29.147        | Demasía                     | 72.40               | <b>71.63</b>   |
| 07:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.945               | 29.263        | Demasía                     | <b>72.07</b>        | 71.73          |
| 08:05:21 p.m. | Demasía                   | <b>30.968</b>        | 29.298        | Demasía                     | 72.30               | 71.97          |
| 09:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.964               | 29.295        | Demasía                     | <u>72.12</u>        | <u>72.24</u>   |
| 10:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.892               | 29.298        | Demasía                     | 72.82               | 72.43          |
| 11:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.879               | <b>29.318</b> | Demasía                     | 73.59               | 72.66          |
|               | T. Media                  | <b>30.613</b>        | <b>28.943</b> | H. R. Media                 | <b>74.71</b>        | <b>73.56</b>   |

**FUENTE:** Hobo N° 11 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.5.9 Interpretación de gráfico higrotérmico

El gráfico N° 60 de las zonas de comodidad constante del día típico presenta una temperatura neutral de  $27.40^{\circ}\text{C}$ , con límite superior de  $+2.50^{\circ}\text{C}$  y un límite inferior de  $-2.50^{\circ}\text{C}$ . Presenta 24 horas de demasía de temperatura.

La oscilación de temperatura interior es de  $0.90^{\circ}\text{C}$  y la exterior de  $0.70^{\circ}\text{C}$ . Su ampliación mínima de temperatura es de  $1.40^{\circ}\text{C}$  y la máxima de  $1.90^{\circ}\text{C}$ , marcados en la tabla N° 28.

La humedad relativa de comodidad es de 50.00% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 24 horas de demasía de humedad relativa, con una oscilación interior de 5.00% y exterior de 3.30%, y un diferencial de ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 0.10% y la máxima es de 3.00%.

La temperatura media interior es de  $30.60^{\circ}\text{C}$ , la exterior de  $28.90^{\circ}\text{C}$ , la humedad relativa media interior es de 74.70%, y la exterior es de 73.60% como se expresan en la tabla N° 28.

#### 4.5.10 Análisis de los valores de temperatura y humedad media según hora-mes de la sala

Tabla N° 29  
Vivienda común N° 15 en la sala en 2014  
Temperatura media según hora-mes

| Hora / Mes<br>T. Int. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 21.0 | 24.2 | 25.2 | 27.8 | 30.0 | 30.4 | 29.5 | 30.9 | 28.4 | 26.9 | 25.1 | 23.3 | 26.9  |
| 01:05:21 a.m.            | 21.2 | 24.2 | 25.1 | 27.7 | 29.8 | 30.3 | 29.4 | 30.8 | 28.3 | 26.6 | 24.9 | 23.3 | 26.8  |
| 02:05:21 a.m.            | 21.1 | 24.1 | 25.1 | 27.7 | 29.7 | 30.2 | 29.3 | 30.8 | 28.2 | 26.3 | 24.7 | 23.2 | 26.7  |
| 03:05:21 a.m.            | 20.9 | 24.0 | 25.0 | 27.6 | 29.6 | 30.1 | 29.2 | 30.7 | 28.1 | 26.0 | 24.5 | 23.1 | 26.6  |
| 04:05:21 a.m.            | 20.9 | 23.9 | 24.9 | 27.4 | 29.5 | 30.0 | 29.1 | 30.6 | 27.9 | 25.8 | 24.4 | 23.0 | 26.5  |
| 05:05:21 a.m.            | 20.8 | 23.8 | 24.8 | 27.4 | 29.4 | 29.9 | 29.0 | 30.5 | 27.9 | 25.6 | 24.2 | 22.9 | 26.3  |
| 06:05:21 a.m.            | 20.7 | 23.7 | 24.7 | 27.2 | 29.3 | 29.8 | 28.9 | 30.4 | 27.7 | 25.5 | 24.1 | 22.8 | 26.2  |
| 07:05:21 a.m.            | 20.4 | 23.6 | 24.6 | 27.1 | 29.2 | 29.7 | 28.8 | 30.3 | 27.7 | 25.5 | 24.0 | 22.7 | 26.1  |
| 08:05:21 a.m.            | 20.2 | 23.5 | 24.5 | 27.0 | 29.1 | 29.7 | 28.8 | 30.2 | 27.6 | 25.7 | 24.1 | 22.7 | 26.1  |
| 09:05:21 a.m.            | 20.1 | 23.4 | 24.5 | 27.0 | 29.2 | 29.8 | 28.9 | 30.1 | 27.6 | 26.1 | 24.3 | 22.6 | 26.1  |
| 10:05:21 a.m.            | 20.2 | 23.4 | 24.5 | 27.0 | 29.3 | 29.9 | 29.1 | 30.1 | 27.7 | 26.5 | 24.5 | 22.5 | 26.2  |
| 11:05:21 a.m.            | 20.5 | 23.4 | 24.6 | 27.1 | 29.5 | 30.0 | 29.2 | 30.2 | 27.9 | 26.9 | 24.8 | 22.5 | 26.4  |
| 12:05:21 p.m.            | 21.0 | 23.5 | 24.7 | 27.2 | 29.6 | 30.1 | 29.3 | 30.3 | 28.0 | 27.4 | 25.0 | 22.6 | 26.5  |
| 01:05:21 p.m.            | 21.4 | 23.6 | 24.7 | 27.3 | 29.7 | 30.1 | 29.4 | 30.4 | 28.1 | 27.8 | 25.3 | 22.6 | 26.7  |
| 02:05:21 p.m.            | 21.9 | 23.7 | 24.8 | 27.4 | 29.9 | 30.2 | 29.4 | 30.5 | 28.2 | 28.1 | 25.6 | 22.7 | 26.9  |
| 03:05:21 p.m.            | 22.5 | 23.8 | 24.9 | 27.5 | 30.0 | 30.3 | 29.5 | 30.6 | 28.3 | 28.1 | 25.8 | 22.8 | 27.0  |
| 04:05:21 p.m.            | 23.0 | 23.9 | 25.0 | 27.6 | 30.1 | 30.5 | 29.6 | 30.7 | 28.4 | 28.1 | 25.9 | 22.9 | 27.1  |
| 05:05:21 p.m.            | 23.2 | 24.0 | 25.1 | 27.6 | 30.2 | 30.5 | 29.7 | 30.8 | 28.5 | 28.0 | 25.9 | 23.0 | 27.2  |
| 06:05:21 p.m.            | 23.2 | 24.0 | 25.2 | 27.7 | 30.2 | 30.5 | 29.7 | 30.9 | 28.5 | 27.9 | 25.9 | 23.0 | 27.2  |
| 07:05:21 p.m.            | 23.0 | 24.1 | 25.2 | 27.7 | 30.2 | 30.5 | 29.7 | 30.9 | 28.5 | 27.9 | 26.0 | 23.1 | 27.2  |
| 08:05:21 p.m.            | 22.8 | 24.1 | 25.3 | 27.7 | 30.2 | 30.4 | 29.7 | 31.0 | 28.5 | 27.8 | 25.9 | 23.1 | 27.2  |
| 09:05:21 p.m.            | 22.5 | 24.1 | 25.3 | 27.7 | 30.2 | 30.5 | 29.7 | 31.0 | 28.5 | 27.6 | 25.8 | 23.1 | 27.2  |
| 10:05:21 p.m.            | 21.7 | 24.3 | 25.3 | 27.7 | 30.2 | 30.4 | 29.7 | 30.9 | 28.5 | 27.4 | 25.6 | 23.3 | 27.1  |
| 11:05:21 p.m.            | 21.3 | 24.3 | 25.4 | 27.8 | 30.2 | 30.4 | 29.6 | 30.9 | 28.5 | 27.1 | 25.4 | 23.3 | 27.0  |
| Media                    | 21.5 | 23.9 | 24.9 | 27.4 | 29.8 | 30.2 | 29.3 | 30.6 | 28.1 | 26.9 | 25.1 | 22.9 |       |

| Hora / Mes<br>T. Ext. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 19.3 | 22.3 | 23.4 | 25.4 | 28.9 | 28.5 | 27.9 | 29.0 | 27.2 | 25.5 | 23.2 | 20.8 | 25.1  |
| 01:05:21 a.m.            | 19.4 | 22.2 | 23.3 | 25.4 | 28.8 | 28.4 | 27.8 | 29.0 | 27.1 | 25.4 | 23.2 | 20.7 | 25.1  |
| 02:05:21 a.m.            | 19.3 | 22.2 | 23.3 | 25.4 | 28.7 | 28.5 | 27.7 | 29.0 | 27.0 | 25.4 | 23.2 | 20.7 | 25.0  |
| 03:05:21 a.m.            | 19.1 | 22.0 | 23.1 | 25.4 | 28.6 | 28.4 | 27.6 | 29.0 | 26.9 | 25.2 | 23.1 | 20.5 | 24.9  |
| 04:05:21 a.m.            | 19.1 | 21.9 | 23.0 | 25.2 | 28.4 | 28.3 | 27.5 | 29.0 | 26.9 | 25.1 | 23.0 | 20.4 | 24.8  |
| 05:05:21 a.m.            | 19.0 | 21.7 | 22.7 | 25.1 | 28.3 | 28.2 | 27.4 | 28.9 | 26.8 | 25.0 | 22.7 | 20.2 | 24.7  |
| 06:05:21 a.m.            | 18.8 | 21.7 | 22.6 | 25.0 | 28.1 | 28.2 | 27.3 | 28.9 | 26.7 | 24.9 | 22.6 | 20.1 | 24.6  |
| 07:05:21 a.m.            | 18.6 | 21.9 | 22.6 | 24.9 | 28.0 | 28.1 | 27.1 | 28.9 | 26.6 | 24.9 | 22.6 | 20.1 | 24.5  |
| 08:05:21 a.m.            | 18.5 | 21.8 | 22.5 | 24.7 | 27.8 | 27.8 | 27.0 | 28.8 | 26.5 | 24.8 | 22.5 | 20.0 | 24.4  |
| 09:05:21 a.m.            | 18.4 | 21.9 | 22.5 | 24.7 | 27.7 | 27.8 | 26.9 | 28.7 | 26.4 | 24.8 | 22.4 | 19.9 | 24.3  |
| 10:05:21 a.m.            | 18.6 | 22.0 | 22.5 | 24.8 | 27.7 | 28.1 | 27.2 | 28.7 | 26.4 | 24.8 | 22.5 | 19.9 | 24.4  |
| 11:05:21 a.m.            | 18.8 | 22.2 | 22.5 | 25.0 | 27.8 | 28.1 | 27.2 | 28.7 | 26.5 | 24.9 | 22.5 | 20.0 | 24.5  |
| 12:05:21 p.m.            | 19.0 | 22.5 | 22.8 | 25.3 | 27.9 | 28.1 | 27.3 | 28.6 | 26.5 | 25.2 | 22.6 | 20.2 | 24.7  |
| 01:05:21 p.m.            | 19.3 | 22.8 | 23.1 | 25.6 | 28.1 | 28.2 | 27.4 | 28.6 | 26.6 | 25.2 | 22.9 | 20.5 | 24.9  |
| 02:05:21 p.m.            | 19.6 | 23.1 | 23.5 | 26.0 | 28.4 | 28.4 | 27.6 | 28.6 | 26.7 | 25.5 | 23.1 | 20.8 | 25.1  |
| 03:05:21 p.m.            | 20.0 | 23.5 | 23.9 | 26.4 | 28.7 | 28.5 | 27.9 | 28.7 | 26.8 | 25.7 | 23.4 | 21.2 | 25.4  |
| 04:05:21 p.m.            | 20.3 | 23.8 | 24.0 | 26.7 | 29.0 | 28.6 | 28.1 | 28.8 | 27.0 | 26.0 | 23.5 | 21.6 | 25.6  |
| 05:05:21 p.m.            | 20.4 | 24.0 | 24.1 | 26.9 | 29.3 | 28.7 | 28.4 | 28.9 | 27.2 | 26.2 | 23.6 | 21.9 | 25.8  |
| 06:05:21 p.m.            | 20.5 | 23.8 | 24.2 | 26.4 | 29.6 | 28.6 | 28.5 | 29.1 | 27.3 | 26.2 | 23.8 | 22.0 | 25.8  |
| 07:05:21 p.m.            | 20.4 | 23.9 | 24.3 | 26.7 | 29.8 | 28.6 | 28.8 | 29.3 | 27.4 | 26.5 | 23.9 | 22.0 | 26.0  |
| 08:05:21 p.m.            | 20.3 | 24.2 | 24.1 | 26.8 | 29.7 | 28.7 | 28.8 | 29.3 | 27.4 | 26.5 | 23.8 | 22.1 | 26.0  |
| 09:05:21 p.m.            | 20.2 | 24.1 | 23.8 | 26.3 | 29.6 | 28.7 | 28.6 | 29.3 | 27.5 | 26.0 | 23.8 | 22.2 | 25.8  |
| 10:05:21 p.m.            | 19.9 | 23.6 | 23.5 | 26.1 | 29.5 | 28.7 | 28.5 | 29.3 | 27.5 | 25.8 | 23.5 | 21.5 | 25.6  |
| 11:05:21 p.m.            | 19.8 | 23.4 | 23.2 | 25.6 | 29.4 | 28.7 | 28.2 | 29.3 | 27.5 | 25.6 | 23.3 | 21.3 | 25.4  |
| Media                    | 19.5 | 22.8 | 23.3 | 25.7 | 28.7 | 28.4 | 27.8 | 28.9 | 26.9 | 25.5 | 23.1 | 20.9 |       |

FUENTE: Hobo N° 11 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

Tabla N° 30  
**Vivienda común N° 15 en la sala en 2014**  
**Humedad relativa media según hora-mes**

| Hora / Mes<br>H. R. Int. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 72.2 | 75.4 | 68.1 | 74.1 | 76.1 | 72.8 | 78.2 | 73.8 | 76.1 | 69.2 | 69.9 | 71.1 | 73.1  |
| 01:05:21 a.m.              | 72.9 | 75.2 | 68.3 | 74.1 | 76.1 | 72.5 | 78.6 | 74.4 | 76.5 | 70.6 | 70.2 | 71.0 | 73.4  |
| 02:05:21 a.m.              | 73.1 | 75.3 | 68.5 | 74.2 | 76.3 | 72.9 | 78.8 | 74.7 | 76.9 | 71.4 | 70.5 | 70.9 | 73.6  |
| 03:05:21 a.m.              | 73.7 | 75.2 | 68.1 | 73.9 | 76.6 | 73.5 | 79.0 | 75.3 | 77.4 | 72.9 | 71.1 | 70.7 | 74.0  |
| 04:05:21 a.m.              | 73.8 | 74.9 | 68.0 | 73.7 | 76.7 | 74.1 | 79.2 | 75.0 | 77.7 | 74.1 | 71.8 | 69.7 | 74.1  |
| 05:05:21 a.m.              | 74.0 | 74.0 | 68.0 | 73.7 | 76.8 | 74.4 | 79.4 | 75.2 | 78.0 | 74.8 | 72.3 | 69.4 | 74.2  |
| 06:05:21 a.m.              | 74.0 | 73.4 | 67.9 | 73.6 | 77.0 | 74.6 | 79.4 | 75.5 | 78.3 | 75.4 | 72.6 | 68.8 | 74.2  |
| 07:05:21 a.m.              | 74.2 | 73.1 | 67.8 | 73.9 | 77.1 | 75.0 | 79.7 | 75.8 | 78.3 | 76.1 | 72.7 | 68.7 | 74.4  |
| 08:05:21 a.m.              | 74.4 | 72.9 | 68.2 | 73.7 | 77.2 | 75.4 | 79.9 | 76.1 | 78.1 | 76.4 | 73.1 | 68.9 | 74.5  |
| 09:05:21 a.m.              | 75.1 | 73.3 | 68.2 | 73.9 | 77.4 | 75.6 | 80.2 | 76.5 | 78.1 | 77.2 | 72.8 | 68.8 | 74.7  |
| 10:05:21 a.m.              | 74.7 | 73.7 | 68.0 | 73.6 | 77.1 | 75.5 | 80.2 | 76.9 | 77.9 | 76.0 | 72.9 | 69.4 | 74.7  |
| 11:05:21 a.m.              | 74.2 | 73.5 | 68.5 | 73.3 | 76.1 | 74.7 | 79.7 | 77.0 | 77.7 | 74.5 | 72.2 | 69.8 | 74.3  |
| 12:05:21 p.m.              | 72.2 | 73.7 | 68.4 | 72.5 | 75.2 | 73.9 | 78.9 | 77.1 | 77.6 | 72.3 | 71.2 | 69.3 | 73.5  |
| 01:05:21 p.m.              | 71.7 | 73.5 | 68.2 | 71.6 | 74.6 | 72.7 | 78.1 | 76.7 | 76.3 | 70.3 | 70.1 | 69.3 | 72.7  |
| 02:05:21 p.m.              | 70.6 | 73.8 | 68.5 | 72.0 | 74.0 | 71.8 | 77.5 | 75.6 | 75.1 | 68.2 | 68.4 | 69.5 | 72.1  |
| 03:05:21 p.m.              | 69.8 | 73.4 | 68.5 | 71.4 | 73.6 | 71.1 | 76.9 | 74.8 | 74.4 | 66.1 | 67.9 | 69.4 | 71.4  |
| 04:05:21 p.m.              | 68.4 | 73.4 | 68.4 | 71.1 | 73.4 | 70.9 | 76.7 | 74.0 | 73.9 | 64.3 | 66.9 | 69.7 | 70.9  |
| 05:05:21 p.m.              | 68.3 | 73.5 | 68.7 | 70.8 | 73.5 | 70.7 | 76.6 | 73.3 | 73.1 | 64.3 | 66.2 | 70.6 | 70.8  |
| 06:05:21 p.m.              | 68.6 | 73.4 | 68.8 | 71.0 | 73.4 | 70.7 | 76.0 | 72.4 | 73.3 | 65.5 | 66.3 | 70.9 | 70.9  |
| 07:05:21 p.m.              | 69.2 | 73.6 | 68.9 | 71.4 | 73.7 | 70.7 | 76.2 | 72.1 | 73.5 | 67.1 | 67.4 | 70.9 | 71.2  |
| 08:05:21 p.m.              | 69.8 | 74.2 | 69.3 | 71.8 | 73.9 | 70.9 | 76.6 | 72.3 | 73.6 | 68.1 | 68.4 | 71.2 | 71.7  |
| 09:05:21 p.m.              | 68.9 | 74.7 | 69.1 | 72.4 | 74.5 | 71.2 | 76.9 | 72.1 | 74.3 | 68.8 | 68.7 | 71.8 | 71.9  |
| 10:05:21 p.m.              | 69.9 | 75.4 | 69.5 | 73.0 | 75.1 | 72.0 | 77.5 | 72.8 | 74.8 | 68.9 | 68.5 | 72.1 | 72.5  |
| 11:05:21 p.m.              | 69.8 | 75.7 | 68.9 | 73.7 | 75.4 | 72.4 | 78.0 | 73.6 | 75.3 | 69.2 | 68.8 | 71.8 | 72.7  |
| Media                      | 71.8 | 74.1 | 68.4 | 72.9 | 75.4 | 72.9 | 78.3 | 74.7 | 76.1 | 70.9 | 70.0 | 70.1 |       |

| Hora / Mes<br>H. R. Ext. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 70.5 | 73.2 | 67.4 | 71.2 | 72.2 | 72.1 | 73.3 | 74.2 | 72.3 | 74.2 | 77.0 | 81.6 | 73.3  |
| 01:05:21 a.m.              | 71.6 | 73.6 | 67.5 | 71.3 | 72.5 | 72.4 | 74.0 | 74.3 | 72.7 | 74.6 | 77.2 | 81.7 | 73.6  |
| 02:05:21 a.m.              | 72.2 | 74.2 | 68.7 | 71.4 | 72.7 | 72.4 | 75.4 | 74.4 | 73.0 | 75.0 | 77.1 | 81.8 | 74.0  |
| 03:05:21 a.m.              | 72.6 | 74.9 | 69.4 | 71.5 | 72.9 | 72.5 | 76.3 | 74.5 | 73.2 | 75.2 | 77.3 | 81.8 | 74.3  |
| 04:05:21 a.m.              | 73.2 | 75.0 | 69.5 | 71.2 | 73.1 | 72.6 | 76.5 | 74.7 | 73.5 | 75.5 | 77.4 | 82.2 | 74.6  |
| 05:05:21 a.m.              | 73.3 | 75.0 | 69.7 | 70.8 | 73.1 | 72.9 | 76.8 | 74.9 | 73.7 | 75.5 | 77.6 | 82.5 | 74.6  |
| 06:05:21 a.m.              | 73.6 | 75.1 | 69.7 | 70.8 | 73.3 | 73.2 | 77.2 | 74.9 | 73.6 | 75.4 | 77.8 | 82.8 | 74.8  |
| 07:05:21 a.m.              | 73.7 | 74.7 | 69.9 | 70.6 | 73.3 | 73.4 | 77.1 | 74.9 | 73.7 | 75.5 | 77.7 | 82.9 | 74.8  |
| 08:05:21 a.m.              | 73.7 | 75.0 | 70.9 | 70.3 | 73.7 | 73.5 | 77.9 | 74.6 | 73.7 | 75.6 | 77.9 | 83.0 | 75.0  |
| 09:05:21 a.m.              | 73.5 | 75.0 | 71.1 | 70.6 | 74.0 | 73.9 | 77.9 | 74.5 | 73.4 | 75.8 | 78.0 | 83.0 | 75.1  |
| 10:05:21 a.m.              | 73.6 | 75.2 | 70.9 | 70.8 | 74.2 | 73.6 | 77.7 | 74.5 | 73.3 | 76.0 | 78.0 | 83.3 | 75.1  |
| 11:05:21 a.m.              | 73.2 | 75.0 | 70.0 | 70.7 | 74.1 | 73.2 | 77.2 | 74.4 | 73.0 | 75.9 | 77.8 | 83.1 | 74.8  |
| 12:05:21 p.m.              | 71.9 | 73.7 | 67.6 | 70.4 | 74.1 | 72.5 | 76.1 | 74.1 | 72.7 | 75.4 | 77.3 | 82.4 | 74.0  |
| 01:05:21 p.m.              | 71.3 | 72.3 | 66.9 | 69.6 | 73.8 | 72.1 | 75.1 | 73.8 | 72.7 | 74.9 | 76.7 | 82.1 | 73.4  |
| 02:05:21 p.m.              | 70.6 | 71.5 | 65.7 | 69.5 | 73.3 | 71.3 | 74.0 | 73.3 | 72.1 | 74.6 | 76.4 | 81.5 | 72.8  |
| 03:05:21 p.m.              | 69.5 | 70.6 | 64.2 | 69.2 | 73.0 | 70.8 | 73.0 | 72.5 | 71.9 | 74.5 | 76.4 | 80.6 | 72.2  |
| 04:05:21 p.m.              | 68.5 | 69.9 | 63.3 | 69.0 | 72.5 | 70.4 | 72.8 | 72.3 | 71.9 | 74.2 | 76.1 | 80.1 | 71.7  |
| 05:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.4 | 63.1 | 69.3 | 72.3 | 69.9 | 72.3 | 71.7 | 72.1 | 74.1 | 76.0 | 79.8 | 71.5  |
| 06:05:21 p.m.              | 67.5 | 69.2 | 63.1 | 69.4 | 72.3 | 70.0 | 72.6 | 71.6 | 72.1 | 74.0 | 75.9 | 79.8 | 71.5  |
| 07:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.7 | 63.5 | 69.4 | 72.1 | 70.0 | 73.3 | 71.7 | 72.5 | 74.1 | 75.8 | 80.1 | 71.7  |
| 08:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.9 | 64.3 | 69.5 | 71.9 | 70.2 | 73.0 | 72.0 | 72.8 | 74.2 | 75.8 | 80.2 | 71.8  |
| 09:05:21 p.m.              | 68.5 | 71.0 | 64.0 | 70.0 | 71.9 | 70.7 | 73.4 | 72.2 | 73.3 | 74.6 | 76.0 | 80.4 | 72.2  |
| 10:05:21 p.m.              | 68.6 | 71.8 | 65.4 | 70.3 | 72.0 | 71.2 | 73.9 | 72.4 | 74.0 | 74.9 | 76.2 | 80.7 | 72.6  |
| 11:05:21 p.m.              | 69.5 | 72.7 | 65.8 | 70.5 | 72.3 | 71.6 | 74.1 | 72.7 | 74.3 | 75.0 | 76.3 | 81.1 | 73.0  |
| Media                      | 71.0 | 72.8 | 67.1 | 70.3 | 72.9 | 71.9 | 75.0 | 73.6 | 73.0 | 74.9 | 76.9 | 81.6 |       |

FUENTE: Hobo N° 11 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.



#### **4.5.11 Interpretación de los valores de temperatura y humedad media según hora-mes de la sala**

##### **4.5.11.1 Temperatura y humedad relativa media interior hora-mes**

La temperatura más alta se presenta de las 05:05 a las 09:05 p.m. con 27.20°C, la más baja con 26.10°C de las 07:05 a.m. a las 09.05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 21.50°C, y con la más alta es agosto con 30.60°C.

La humedad relativa más alta es de 74.70% y se presenta de las 09:05 a.m. a las 10:05 a.m., asimismo la más baja es de 70.80% a las 05:05 p.m.

El mes con humedad relativa más baja es marzo con 68.40%, y con la más alta es julio con 78.30%.

##### **4.5.11.2 Temperatura y humedad relativa media exterior hora-mes**

La temperatura más alta es de 26.00°C y se presentan entre las 07:05 y 08:05 p.m. asimismo la más baja con 24.30°C a las 09.05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 19.50°C, y con la más alta es agosto con 28.90°C.

La humedad relativa más alta es de 75.10% y se presenta entre las 09:05 y las 10:05 a.m., asimismo la más baja es de 71.50% entre las 05:05 y 06:05 p.m.

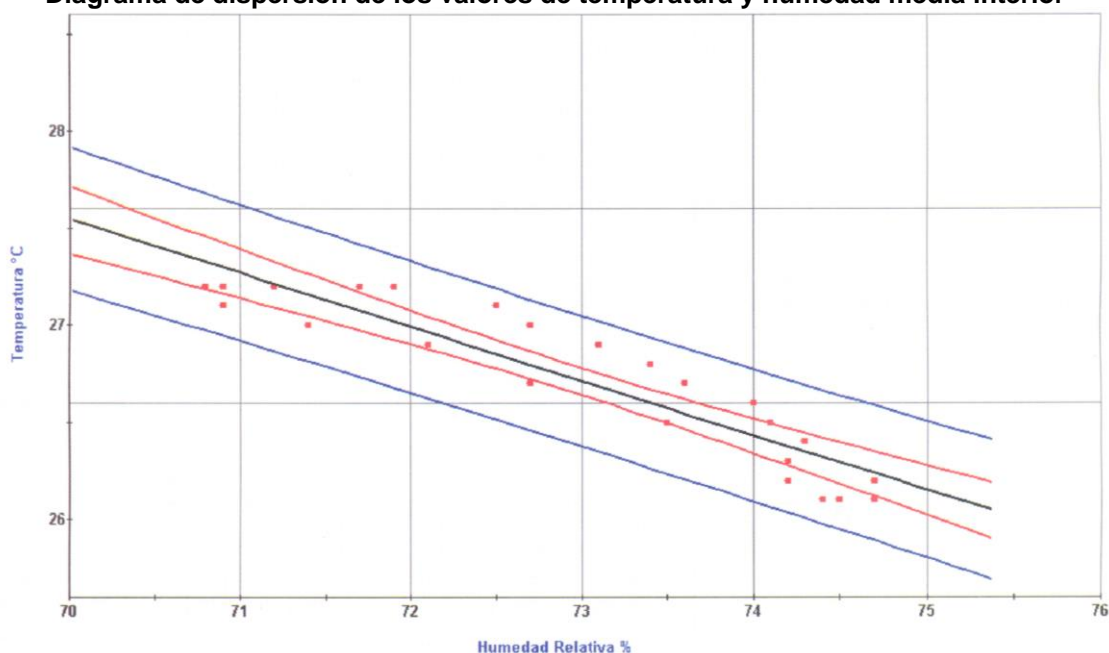
El mes con humedad relativa más baja es marzo con 67.10% y con la más alta es diciembre con 81.60%.

Datos extraídos de las tablas N° 29 y 30.

#### 4.5.12 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media interior según hora-mes en la sala en 2014

Gráfico N° 61

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media interior



FUENTE: Software G-STATS STUDENT (2015). Gestiona: Elaboración Propia.

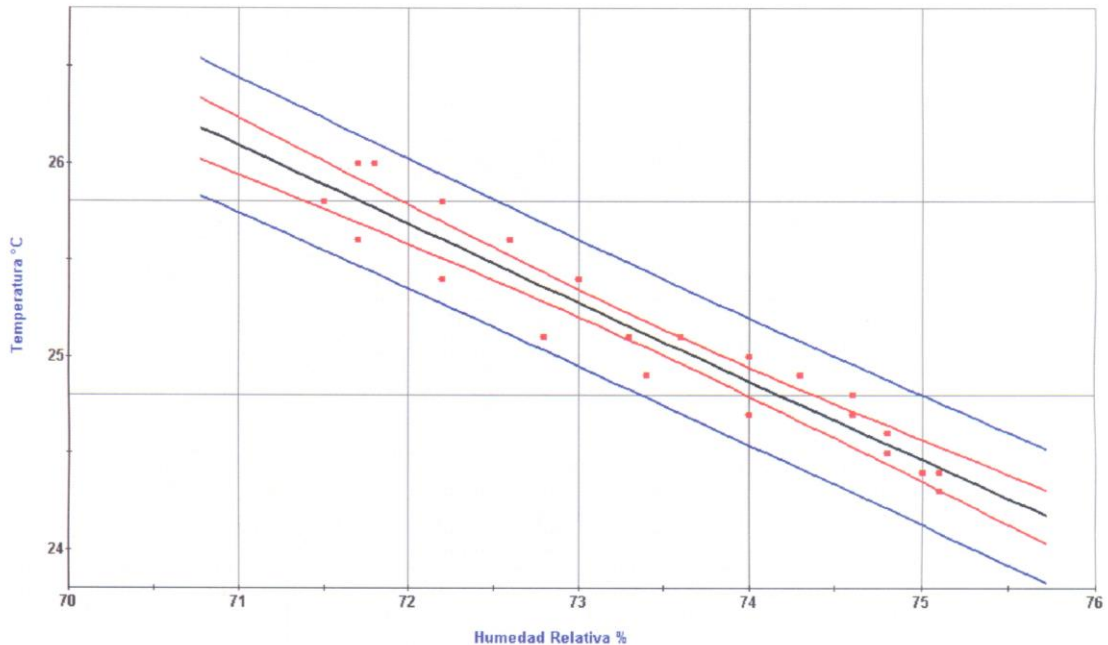
En el gráfico N° 61 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 72.90              | 26.70          |
| Mediana                    | 73.20              | 26.70          |
| Moda                       | 70.90              | 27.20          |
| Media Geométrica           | 72.90              | 26.70          |
| Varianza                   | 1.70               | 0.10           |
| Desviación Típica          | 1.30               | 0.40           |
| Error Estándar de la Media | 0.20               | 0.00           |
| Mínimo                     | 70.80              | 26.10          |
| Máximo                     | 74.70              | 27.20          |

#### 4.5.13 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media exterior según hora-mes en 2014

Gráfico N° 62

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media exterior



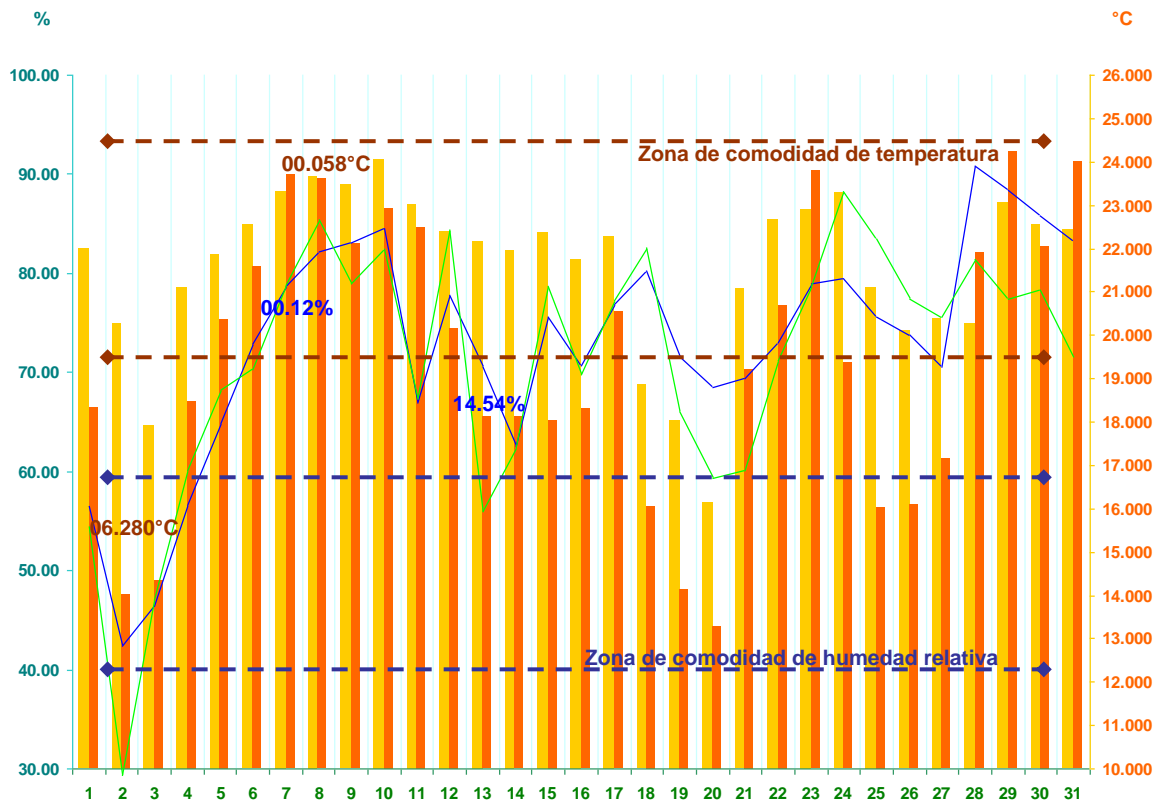
FUENTE: Software G-STATS STUDENT (2015). Gestiona: Elaboración Propia.

En el gráfico N° 62 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 73.40              | 25.10          |
| Mediana                    | 73.50              | 25.00          |
| Moda                       | 74.80              | 25.10          |
| Media Geométrica           | 73.40              | 25.00          |
| Varianza                   | 1.60               | 0.20           |
| Desviación Típica          | 1.20               | 0.50           |
| Error Estándar de la Media | 0.20               | 0.10           |
| Mínimo                     | 71.50              | 24.30          |
| Máximo                     | 75.10              | 26.00          |

#### 4.5.14 Análisis higrotérmico de la recámara en enero, 2014

Gráfico N° 63  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Vivienda común N° 15 en la recámara enero de 2014



FUENTE: Hobo N° 12 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

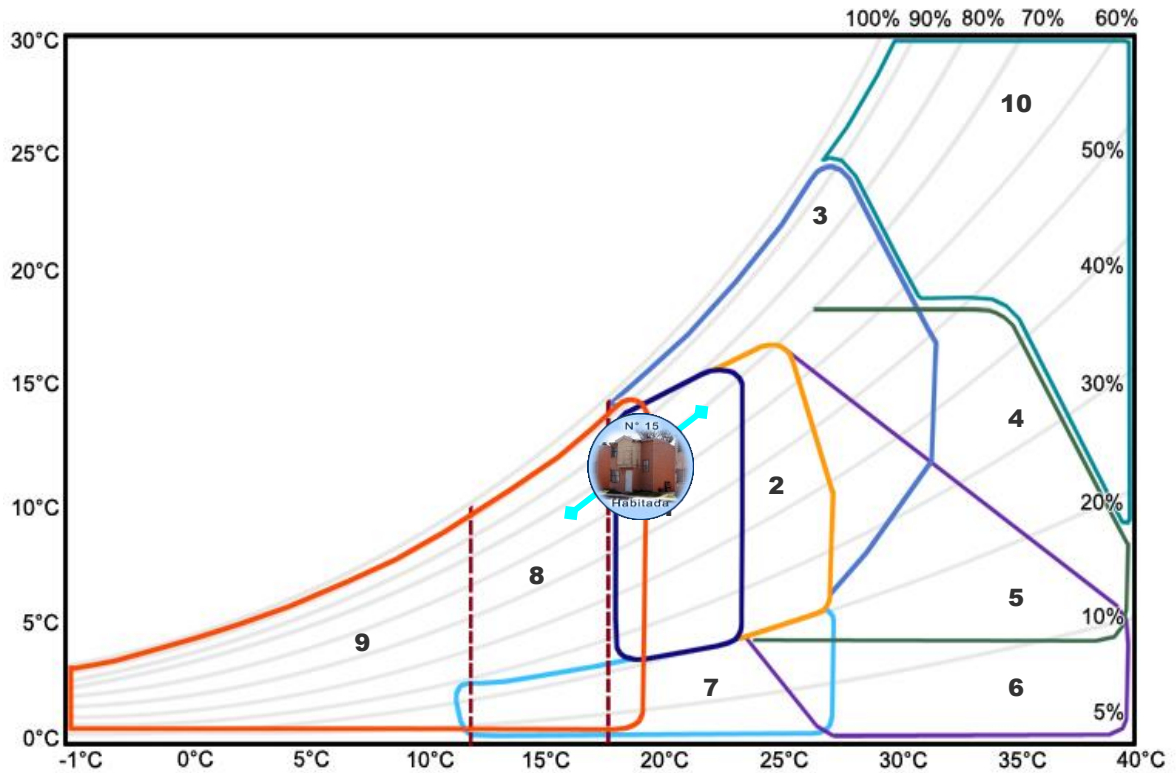
| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 22.287°C                  |
| Límite superior                       | 24.787°C                  |
| Límite inferior                       | 19.787°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 27                        |
| Días demasía de temperatura           | 0                         |
| Días pérdida de temperatura           | 4                         |
| Ampliación mínima de temperatura      | 00.058°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 06.280°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 4                         |
| Días demasía de humedad relativa      | 27                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 0                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 00.12%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 14.54%                    |

Tabla N° 31  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda común N° 15 en la recámara enero de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Días     | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|----------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| 1        | Comodidad                 | 21.972         | 18.320         | Comodidad                   | 56.54            | 54.43            |
| 2        | Comodidad                 | 20.287         | 14.007         | Comodidad                   | 42.45            | 29.35            |
| 3        | Pérdida                   | 17.920         | 14.329         | Comodidad                   | 46.45            | 47.01            |
| 4        | Comodidad                 | 21.090         | 18.474         | Comodidad                   | 56.58            | 60.16            |
| 5        | Comodidad                 | 21.870         | 20.353         | Demasía                     | 64.92            | 68.28            |
| 6        | Comodidad                 | 22.550         | 21.562         | Demasía                     | 72.88            | 70.26            |
| 7        | Comodidad                 | 23.322         | 23.692         | Demasía                     | 78.73            | 78.84            |
| 8        | Comodidad                 | 23.680         | 23.623         | Demasía                     | 82.23            | 85.39            |
| 9        | Comodidad                 | 23.450         | 22.109         | Demasía                     | 83.09            | 78.95            |
| 10       | Comodidad                 | 24.049         | 22.941         | Demasía                     | 84.51            | 82.45            |
| 11       | Comodidad                 | 23.030         | 22.492         | Demasía                     | 66.91            | 67.33            |
| 12       | Comodidad                 | 22.405         | 20.150         | Demasía                     | 77.73            | 84.42            |
| 13       | Comodidad                 | 22.160         | 18.126         | Demasía                     | 70.50            | 55.96            |
| 14       | Comodidad                 | 21.964         | 18.106         | Demasía                     | 62.60            | 62.43            |
| 15       | Comodidad                 | 22.360         | 18.042         | Demasía                     | 75.53            | 78.75            |
| 16       | Comodidad                 | 21.747         | 18.303         | Demasía                     | 70.65            | 69.83            |
| 17       | Comodidad                 | 22.287         | 20.527         | Demasía                     | 76.88            | 77.23            |
| 18       | Pérdida                   | 18.870         | 16.037         | Demasía                     | 80.28            | 82.51            |
| 19       | Pérdida                   | 18.040         | 14.125         | Demasía                     | 71.60            | 66.07            |
| 20       | Pérdida                   | <b>16.130</b>  | 13.268         | Demasía                     | <b>68.47</b>     | 59.28            |
| 21       | Comodidad                 | <b>21.078</b>  | 19.202         | Demasía                     | <b>69.45</b>     | 60.09            |
| 22       | Comodidad                 | 22.674         | 20.693         | Demasía                     | 72.96            | 71.15            |
| 23       | Comodidad                 | 22.900         | 23.772         | Demasía                     | 78.90            | 78.73            |
| 24       | Comodidad                 | 23.284         | 19.359         | Demasía                     | 79.46            | 88.21            |
| 25       | Comodidad                 | 21.106         | 16.019         | Demasía                     | 75.62            | 83.48            |
| 26       | Comodidad                 | 20.110         | 16.086         | Demasía                     | 73.85            | 77.34            |
| 27       | Comodidad                 | 20.382         | 17.140         | Demasía                     | 70.58            | 75.56            |
| 28       | Comodidad                 | 20.272         | 21.901         | Demasía                     | 90.83            | 81.36            |
| 29       | Comodidad                 | 23.037         | 24.223         | Demasía                     | 88.39            | 77.37            |
| 30       | Comodidad                 | 22.546         | 22.040         | Demasía                     | 85.80            | 78.28            |
| 31       | Comodidad                 | 22.415         | 23.980         | Demasía                     | 83.27            | 71.52            |
| T. Media |                           | <b>21.580</b>  | <b>19.452</b>  | H. R. Media                 | <b>72.86</b>     | <b>71.03</b>     |

**FUENTE:** Hobo N° 12 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

Gráfico N° 64  
Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para enero de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Carlos Alberto Fuentes Pérez.

Variables

Vivienda

Área

Enero y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 16.130°C – 68.47%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

Temperatura y humedad relativa interior

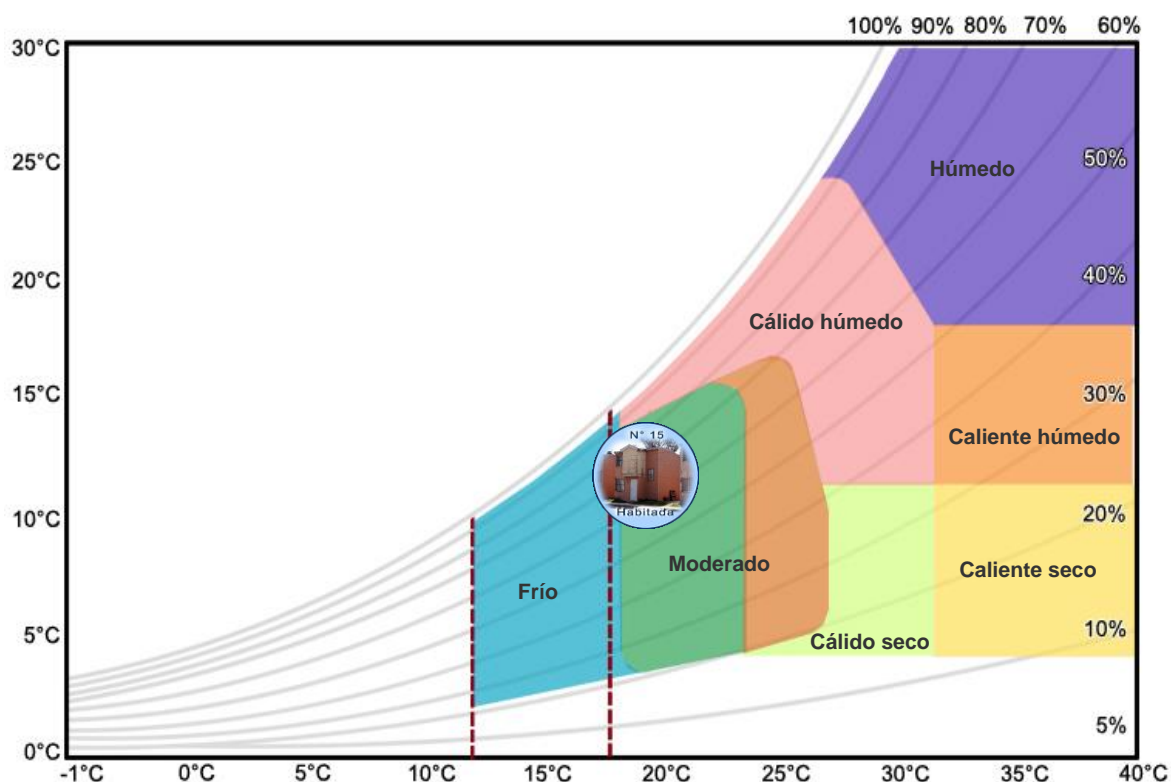
Común N° 15

Recámara principal

T. Máxima con su correspondiente H. R. = 21.078°C – 69.45%

|    |
|----|
| 1  |
| 2  |
| 3  |
| 4  |
| 5  |
| 6  |
| 7  |
| 8  |
| 9  |
| 10 |

Gráfico N° 65  
Clasificación higrotérmica enero de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Variables               | Temperatura y humedad relativa interior |
| Vivienda                | Común N° 15                             |
| Área                    | Recámara principal                      |
| Enero                   | Moderado                                |
| Clasificación climática |   |
| Moderado                |   |
| Cálido Húmedo           |   |
| Húmedo                  |   |
| Caliente húmedo         |   |
| Caliente seco           |   |
| Cálido seco             |   |
| Frio                    |   |

#### 4.5.15 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 63 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 22.30°C con un límite superior de 24.80°C y un límite inferior de 19.80°C. Presenta un total de 27 días de comodidad, 0 de demasía, y 4 de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 0.10°C, y la máxima es de 6.30°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 4 días de comodidad y 27 días de demasía de humedad relativa. La ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 0.10%, y la máxima es de 14.50%.

La temperatura media es de 21.60°C al interior, al exterior es de 19.40°C, y la humedad relativa media interior es de 72.90% y al exterior es de 71.00%, según tabla N° 31.

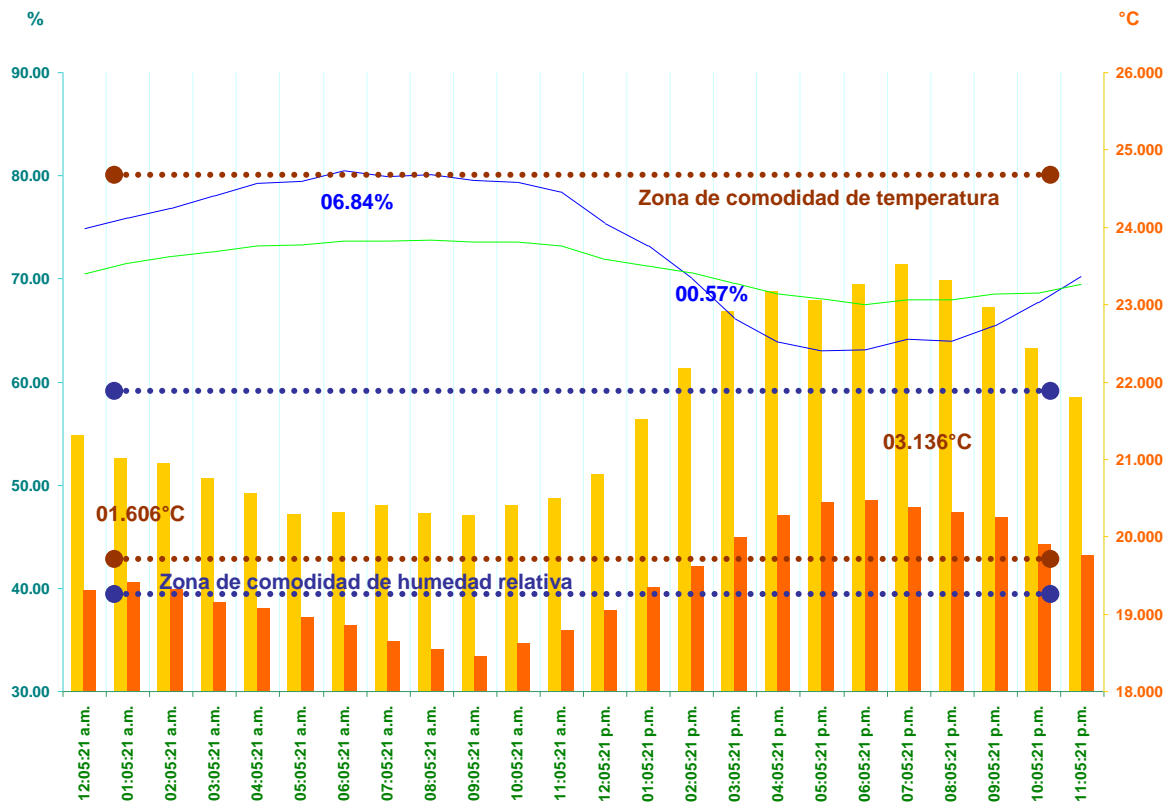
Las recomendaciones emanadas de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior del gráfico N° 64 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 31, son las siguientes: Se encuentra en la zona de comodidad de invierno y estimula a mejor ganancia interna.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 65 de Lechner (2001), es un espacio moderado.



## 4.5.16 Análisis higrotérmicos del día típico de la recámara en enero, 2014

Gráfico N° 66

Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Día típico de la vivienda común N° 15 en la recámara enero de 2014

FUENTE: Hobo N° 12 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                    | Humedad relativa interior |
|---|---------------------------|
| Temperatura Exterior                    | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                     | 22.287°C                  |
| Límite superior                         | 24.787°C                  |
| Límite inferior                         | 19.787°C                  |
| Horas comodidad de temperatura          | 24                        |
| Horas demasía de temperatura            | 0                         |
| Horas pérdida de temperatura            | 0                         |
| Oscilación de temperatura interior      | 03.252°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior      | 02.018°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura        | 01.606°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura        | 03.136°C                  |
| Humedad relativa neutral                | 50.00%                    |
| Límite superior                         | 60.00%                    |
| Límite inferior                         | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa     | 0                         |
| Horas demasía de humedad relativa       | 24                        |
| Horas pérdida de humedad relativa       | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior | 17.49%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior | 06.18%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa   | 00.57%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa   | 06.84%                    |

Tabla N° 32  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico de la vivienda común N° 15 en la recámara enero de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior   | T. Exterior   | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior | H. R. Exterior |
|---------------|---------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| 12:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.307        | 19.304        | Demasia                     | 74.92          | 70.52          |
| 01:05:21 a.m. | Comodidad                 | <u>21.013</u> | <u>19.407</u> | Demasia                     | 75.94          | 71.56          |
| 02:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.952        | 19.319        | Demasia                     | 76.86          | 72.19          |
| 03:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.750        | 19.141        | Demasia                     | 78.03          | 72.63          |
| 04:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.546        | 19.069        | Demasia                     | 79.23          | 73.17          |
| 05:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.284        | 18.961        | Demasia                     | 79.49          | 73.27          |
| 06:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.317        | 18.845        | Demasia                     | <b>80.48</b>   | <u>73.64</u>   |
| 07:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.402        | 18.649        | Demasia                     | 79.91          | 73.65          |
| 08:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.307        | 18.537        | Demasia                     | 80.11          | <b>73.73</b>   |
| 09:05:21 a.m. | Comodidad                 | <b>20.265</b> | <b>18.448</b> | Demasia                     | 79.59          | 73.55          |
| 10:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.405        | 18.604        | Demasia                     | 79.40          | 73.57          |
| 11:05:21 a.m. | Comodidad                 | 20.488        | 18.786        | Demasia                     | 78.41          | 73.20          |
| 12:05:21 p.m. | Comodidad                 | 20.798        | 19.041        | Demasia                     | 75.36          | 71.91          |
| 01:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.511        | 19.344        | Demasia                     | 73.23          | 71.26          |
| 02:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.165        | 19.621        | Demasia                     | <u>70.00</u>   | <u>70.57</u>   |
| 03:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.901        | 19.994        | Demasia                     | 66.09          | 69.52          |
| 04:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.169        | 20.274        | Demasia                     | 63.84          | 68.50          |
| 05:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.057        | 20.442        | Demasia                     | <b>62.99</b>   | 68.03          |
| 06:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.261        | <b>20.466</b> | Demasia                     | 63.11          | <b>67.55</b>   |
| 07:05:21 p.m. | Comodidad                 | <u>23.517</u> | <u>20.381</u> | Demasia                     | 64.18          | 67.97          |
| 08:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.310        | 20.315        | Demasia                     | 64.00          | 67.98          |
| 09:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.969        | 20.245        | Demasia                     | 65.47          | 68.54          |
| 10:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.432        | 19.893        | Demasia                     | 67.73          | 68.64          |
| 11:05:21 p.m. | Comodidad                 | 21.798        | 19.753        | Demasia                     | 70.23          | 69.48          |
|               | T. Media                  | <b>21.580</b> | <b>19.452</b> | H. R. Media                 | <b>72.86</b>   | <b>71.03</b>   |

**FUENTE:** Hobo N° 12 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.5.17 Interpretación de gráfico higrotérmico

El gráfico N° 66 de las zonas de comodidad constante del día típico presenta una temperatura neutral de 22.30°C, con límite superior de +2.50°C y un límite inferior de -2.50°C. Presenta 24 horas dentro de la franja de comodidad de temperatura.

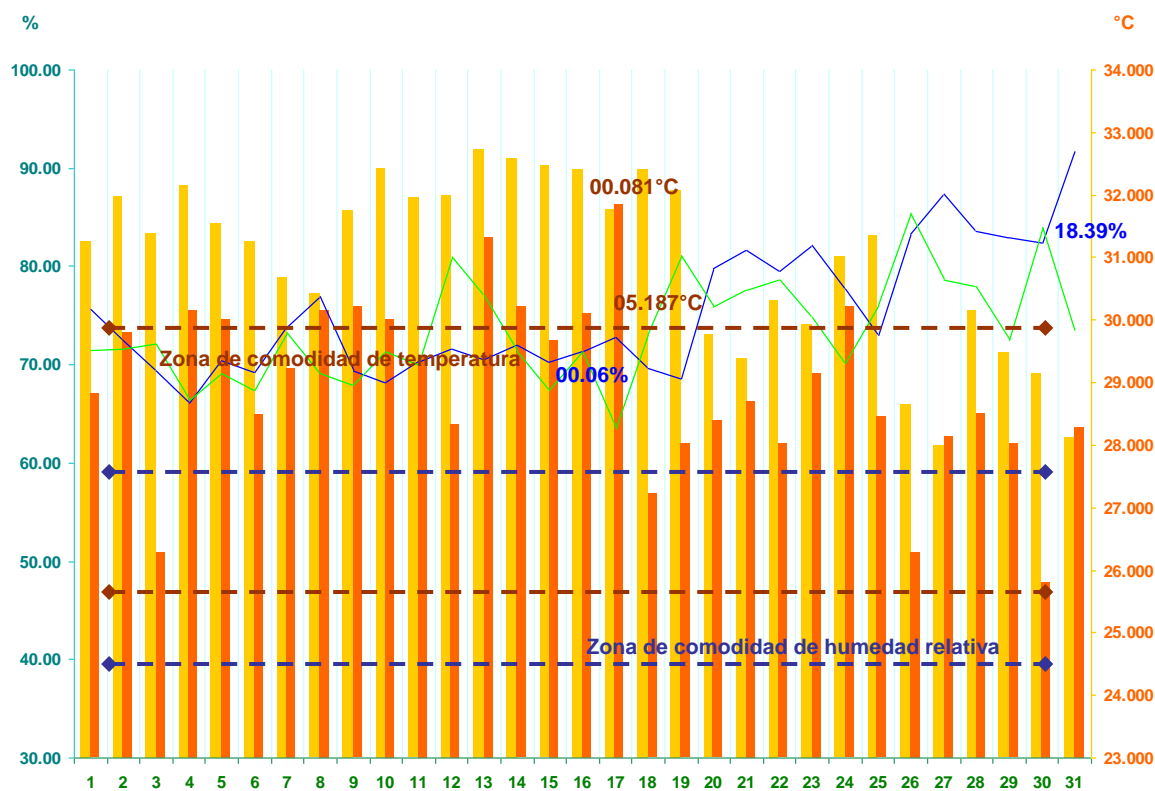
La oscilación de temperatura interior es de 3.20°C y la exterior de 2.00°C. Su ampliación mínima de temperatura es de 1.60°C y la máxima de 3.10°C, marcados en la tabla N° 32.

La humedad relativa de comodidad es de 50.00% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 24 horas de demasía de humedad relativa, con una oscilación interior de 17.50% y exterior de 6.20%, y un diferencial de ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 0.60% y la máxima es de 6.80%.

La temperatura media interior es de 21.60°C, la exterior de 19.40°C, la humedad relativa media interior es de 72.90%, y la exterior es de 71.00% como se expresan en la tabla N° 32.

### 4.5.18 Análisis higrotérmico de la recámara en agosto, 2014

Gráfico N° 67  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Vivienda común N° 15 en la recámara agosto de 2014



FUENTE: Hobo N° 12 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

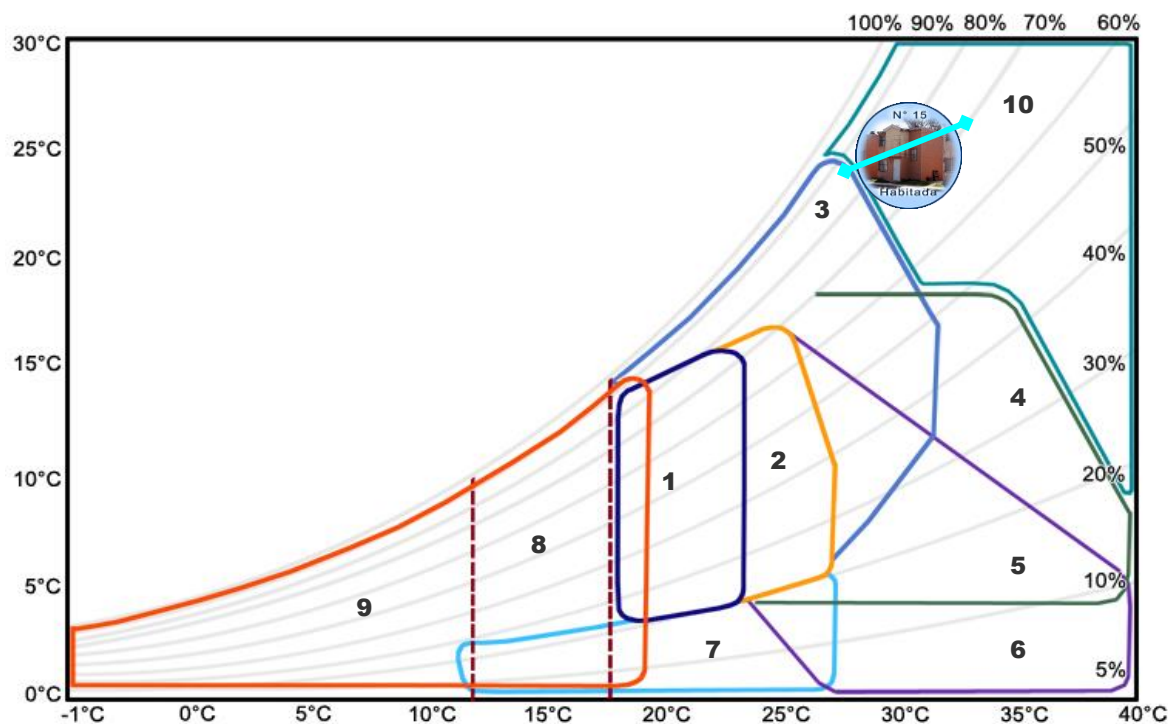
| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 27.355°C                  |
| Límite superior                       | 29.855°C                  |
| Límite inferior                       | 24.855°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 7                         |
| Días demasía de temperatura           | 24                        |
| Días pérdida de temperatura           | 0                         |
| Ampliación mínima de temperatura      | 00.081°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 05.187°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 0                         |
| Días demasía de humedad relativa      | 31                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 0                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 00.06%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 18.39%                    |

Tabla N° 33  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda común N° 15 en la recámara agosto de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Días     | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|----------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| 1        | Demasia                   | 31.251         | 28.808         | Demasia                     | 75.66            | 71.45            |
| 2        | Demasia                   | 31.982         | 29.803         | Demasia                     | 72.52            | 71.53            |
| 3        | Demasia                   | 31.369         | 26.268         | Demasia                     | 69.40            | 72.16            |
| 4        | Demasia                   | 32.154         | 30.143         | Demasia                     | 66.07            | 66.35            |
| 5        | Demasia                   | 31.539         | 30.013         | Demasia                     | 70.39            | 69.16            |
| 6        | Demasia                   | 31.258         | 28.485         | Demasia                     | 69.27            | 67.39            |
| 7        | Demasia                   | 30.675         | 29.227         | Demasia                     | 73.80            | 73.28            |
| 8        | Demasia                   | 30.419         | 30.147         | Demasia                     | 76.96            | 69.09            |
| 9        | Demasia                   | 31.755         | 30.201         | Demasia                     | 69.37            | 67.87            |
| 10       | Demasia                   | 32.421         | 29.997         | Demasia                     | 68.13            | 71.31            |
| 11       | Demasia                   | 31.942         | 29.436         | Demasia                     | 70.31            | 70.00            |
| 12       | Demasia                   | 32.001         | 28.324         | Demasia                     | 71.60            | 80.91            |
| 13       | Demasia                   | <b>32.732</b>  | 31.316         | Demasia                     | <b>70.51</b>     | 77.05            |
| 14       | Demasia                   | 32.597         | 30.219         | Demasia                     | 71.99            | 71.31            |
| 15       | Demasia                   | 32.462         | 29.687         | Demasia                     | 70.34            | 67.41            |
| 16       | Demasia                   | 32.408         | 30.105         | Demasia                     | 71.30            | 71.37            |
| 17       | Demasia                   | 31.770         | 31.851         | Demasia                     | 72.78            | 63.46            |
| 18       | Demasia                   | 32.398         | 27.210         | Demasia                     | 69.68            | 73.09            |
| 19       | Demasia                   | 32.065         | 28.025         | Demasia                     | 68.56            | 81.10            |
| 20       | Comodidad                 | 29.757         | 28.378         | Demasia                     | 79.82            | 75.85            |
| 21       | Comodidad                 | 29.401         | 28.703         | Demasia                     | 81.63            | 77.61            |
| 22       | Demasia                   | 30.312         | 28.025         | Demasia                     | 79.55            | 78.69            |
| 23       | Demasia                   | 29.925         | 29.155         | Demasia                     | 82.17            | 74.87            |
| 24       | Demasia                   | 31.004         | 30.205         | Demasia                     | 77.65            | 70.15            |
| 25       | Demasia                   | 31.351         | 28.445         | Demasia                     | 73.07            | 76.09            |
| 26       | Comodidad                 | 28.650         | 26.279         | Demasia                     | 83.27            | 85.39            |
| 27       | Comodidad                 | <b>28.006</b>  | 28.135         | Demasia                     | <b>87.37</b>     | 78.60            |
| 28       | Demasia                   | 30.157         | 28.512         | Demasia                     | 83.61            | 77.95            |
| 29       | Comodidad                 | 29.465         | 28.028         | Demasia                     | 82.98            | 72.46            |
| 30       | Comodidad                 | 29.147         | 25.801         | Demasia                     | 82.46            | 83.91            |
| 31       | Comodidad                 | 28.113         | 28.283         | Demasia                     | 91.74            | 73.35            |
| T. Media |                           | <b>30.983</b>  | <b>28.942</b>  | H. R. Media                 | <b>75.29</b>     | <b>73.56</b>     |

FUENTE: Hobo N° 12 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

Gráfico N° 68  
Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para agosto de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Variables

Vivienda

Área

Agosto y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 28.006°C – 87.37%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

Temperatura y humedad relativa interior

Común N° 15

Recámara principal

T. Máxima con su correspondiente H. R. = 32.732°C – 70.51%

1

2

3

4

5

6

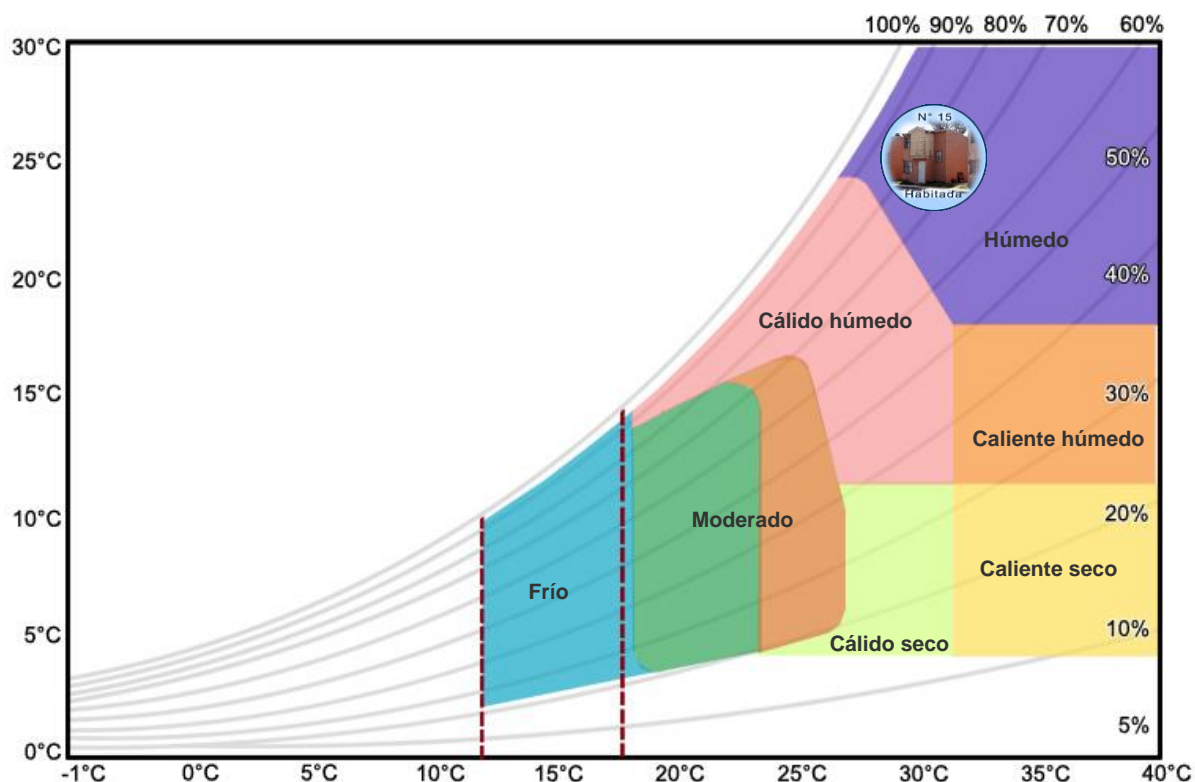
7

8

9

10

Gráfico N° 69  
Clasificación higrotérmica agosto de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Variables

Vivienda

Área

Agosto

Clasificación climática

Moderado

Cálido Húmedo

Húmedo

Caliente húmedo

Caliente seco

Cálido seco

Frío

Temperatura y humedad relativa interior

Común N° 15

Recámara principal

Húmedo

#### 4.5.19 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 67 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 27.40°C con un límite superior de 29.90°C y un límite inferior de 24.90°C. Presenta un total de 7 días de comodidad, 24 de demasía, y 0 de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 0.10°C, y la máxima es de 5.20°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 31 días de demasía de humedad relativa. El diferencial de ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 0.10%, y la máxima es de 18.40%.

La temperatura media es de 31.00°C al interior, al exterior es de 28.90°C, y la humedad relativa media interior es de 75.30% y al exterior es de 73.60%, según tabla N° 33.

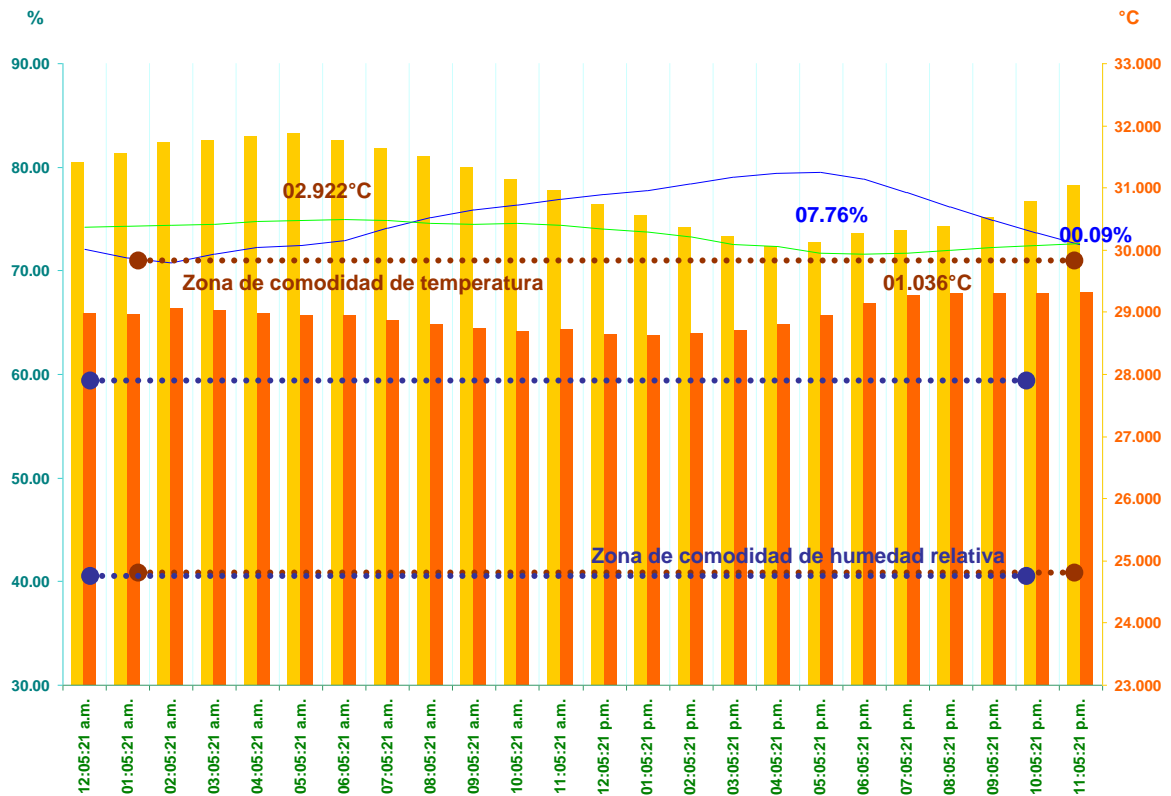
Las recomendaciones emanadas de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica del gráfico N° 68 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 33, son las siguientes: Demanda deshumidificación al interior de la recámara en agosto.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 69 de Lechner (2001), es un espacio húmedo.



## 4.5.20 Análisis higrotérmico del día típico de la recámara en agosto, 2014

Gráfico N° 70

Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Día típico de la vivienda común N° 15 en la recámara agosto de 2014

FUENTE: Hobo N° 12 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                    | Humedad relativa interior |
|---|---------------------------|
| Temperatura Exterior                    | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                     | 27.355°C                  |
| Límite superior                         | 29.855°C                  |
| Límite inferior                         | 24.855°C                  |
| Horas comodidad de temperatura          | 0                         |
| Horas demasía de temperatura            | 24                        |
| Horas pérdida de temperatura            | 0                         |
| Oscilación de temperatura interior      | 01.805°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior      | 00.457°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura        | 01.036°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura        | 02.922°C                  |
| Humedad relativa neutral                | 50.00%                    |
| Límite superior                         | 60.00%                    |
| Límite inferior                         | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa     | 0                         |
| Horas demasía de humedad relativa       | 24                        |
| Horas pérdida de humedad relativa       | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior | 08.75%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior | 03.31%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa   | 00.09%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa   | 07.76%                    |

Tabla N° 34  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico de la vivienda común N° 15 en la recámara agosto 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior   | T. Exterior   | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior      | H. R. Exterior |
|---------------|---------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|---------------------|----------------|
| 12:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.402        | 28.968        | Demasía                     | 72.09               | 74.22          |
| 01:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.552        | 28.962        | Demasía                     | 71.27               | 74.33          |
| 02:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.723        | 29.046        | Demasía                     | <b>70.75</b>        | 74.44          |
| 03:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.760        | 29.017        | Demasía                     | 71.61               | 74.50          |
| 04:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.817        | 28.976        | Demasía                     | 72.30               | 74.74          |
| 05:05:21 a.m. | Demasía                   | <u>31.869</u> | <u>28.947</u> | Demasía                     | 72.49               | 74.89          |
| 06:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.762        | 28.941        | Demasía                     | 72.93               | <b>74.94</b>   |
| 07:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.637        | <b>28.861</b> | Demasía                     | 74.11               | 74.85          |
| 08:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.496        | 28.806        | Demasía                     | 75.19               | 74.59          |
| 09:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.328        | 28.739        | Demasía                     | 75.87               | 74.47          |
| 10:05:21 a.m. | Demasía                   | 31.130        | 28.687        | Demasía                     | 76.35               | 74.54          |
| 11:05:21 a.m. | Demasía                   | 30.950        | 28.706        | Demasía                     | 76.90               | 74.41          |
| 12:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.732        | 28.635        | Demasía                     | 77.35               | 74.06          |
| 01:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.557        | 28.621        | Demasía                     | 77.77               | 73.78          |
| 02:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.346        | 28.647        | Demasía                     | 78.40               | 73.30          |
| 03:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.216        | 28.700        | Demasía                     | 79.05               | 72.54          |
| 04:05:21 p.m. | Demasía                   | <b>30.064</b> | 28.799        | Demasía                     | 79.45               | 72.33          |
| 05:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.127        | 28.944        | Demasía                     | <u><b>79.50</b></u> | <u>71.74</u>   |
| 06:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.262        | 29.147        | Demasía                     | 78.84               | <b>71.63</b>   |
| 07:05:21 p.m. | Demasía                   | <u>30.299</u> | <u>29.263</u> | Demasía                     | 77.53               | 71.73          |
| 08:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.380        | 29.298        | Demasía                     | 76.16               | 71.97          |
| 09:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.519        | 29.295        | Demasía                     | 74.82               | 72.24          |
| 10:05:21 p.m. | Demasía                   | 30.786        | 29.298        | Demasía                     | 73.65               | 72.43          |
| 11:05:21 p.m. | Demasía                   | 31.029        | <b>29.318</b> | Demasía                     | <u>72.57</u>        | <u>72.66</u>   |
|               | T. Media                  | <b>30.989</b> | <b>28.943</b> | H. R. Media                 | <b>75.29</b>        | <b>73.56</b>   |

**FUENTE:** Hobo N° 12 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.5.21 Interpretación de gráfico higrotérmico

El gráfico N° 70 de las zonas de comodidad constante del día típico presenta una temperatura neutral de 27.40°C, con límite superior de +2.50°C y un límite inferior de -2.50°C. Presenta 24 horas de demasía de temperatura.

La oscilación de temperatura interior es de 1.80°C y la exterior de 0.50°C. Su ampliación mínima de temperatura es de 1.00°C y la máxima de 2.90°C, marcados en la tabla N° 34.

La humedad relativa de comodidad es de 50.00% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 24 horas de demasía de humedad relativa, con una oscilación interior de 8.70% y exterior de 3.30%, la ampliación térmica con respecto a la interior y exterior mínima es de 0.10% y la máxima es de 7.80%.

La temperatura media interior es de 31.00°C, la exterior de 28.90°C, la humedad relativa media interior es de 75.30%, y la exterior es de 73.60% como se expresan en la tabla N° 34.

#### 4.5.22 Análisis de los valores de temperatura y humedad media según hora-mes de la recámara

Tabla N° 35  
Vivienda común N° 15 en la recámara en 2014  
Temperatura media según hora-mes

| Hora / Mes<br>T. Int. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 21.3 | 24.2 | 25.6 | 28.1 | 30.6 | 31.1 | 30.0 | 31.4 | 28.6 | 27.7 | 25.5 | 22.8 | 27.2  |
| 01:05:21 a.m.            | 21.0 | 24.1 | 25.4 | 27.9 | 30.4 | 30.9 | 29.9 | 31.6 | 28.8 | 27.6 | 25.4 | 22.9 | 27.2  |
| 02:05:21 a.m.            | 21.0 | 24.1 | 25.2 | 27.8 | 30.3 | 30.8 | 29.7 | 31.7 | 28.8 | 27.5 | 25.4 | 22.9 | 27.1  |
| 03:05:21 a.m.            | 20.8 | 23.9 | 25.0 | 27.8 | 30.1 | 30.6 | 29.6 | 31.8 | 28.9 | 27.2 | 25.3 | 22.7 | 27.0  |
| 04:05:21 a.m.            | 20.5 | 23.6 | 24.7 | 27.6 | 29.9 | 30.5 | 29.4 | 31.8 | 28.9 | 27.0 | 25.1 | 22.4 | 26.8  |
| 05:05:21 a.m.            | 20.3 | 23.4 | 24.5 | 27.4 | 29.7 | 30.3 | 29.2 | 31.9 | 28.9 | 26.8 | 24.9 | 22.2 | 26.6  |
| 06:05:21 a.m.            | 20.3 | 23.2 | 24.3 | 27.2 | 29.6 | 30.1 | 29.1 | 31.8 | 28.9 | 26.6 | 24.7 | 22.0 | 26.5  |
| 07:05:21 a.m.            | 20.4 | 23.0 | 24.1 | 27.0 | 29.4 | 29.9 | 28.9 | 31.6 | 28.8 | 26.4 | 24.4 | 21.8 | 26.3  |
| 08:05:21 a.m.            | 20.3 | 22.8 | 23.9 | 26.9 | 29.2 | 29.8 | 28.8 | 31.5 | 28.6 | 26.2 | 24.2 | 21.6 | 26.2  |
| 09:05:21 a.m.            | 20.3 | 22.7 | 23.9 | 26.8 | 29.1 | 29.7 | 28.7 | 31.3 | 28.5 | 26.2 | 24.0 | 21.5 | 26.1  |
| 10:05:21 a.m.            | 20.4 | 22.7 | 23.9 | 26.9 | 29.2 | 29.7 | 28.8 | 31.1 | 28.3 | 26.0 | 23.9 | 21.4 | 26.0  |
| 11:05:21 a.m.            | 20.5 | 22.6 | 24.0 | 26.9 | 29.3 | 29.7 | 28.8 | 30.9 | 28.1 | 26.1 | 23.9 | 21.4 | 26.0  |
| 12:05:21 p.m.            | 20.8 | 22.7 | 24.2 | 27.0 | 29.4 | 29.7 | 28.9 | 30.7 | 28.0 | 26.3 | 23.9 | 21.3 | 26.1  |
| 01:05:21 p.m.            | 21.5 | 23.0 | 24.5 | 27.1 | 29.6 | 29.8 | 29.0 | 30.6 | 27.9 | 26.6 | 24.2 | 21.4 | 26.3  |
| 02:05:21 p.m.            | 22.2 | 23.4 | 24.9 | 27.4 | 29.9 | 30.0 | 29.2 | 30.3 | 27.9 | 27.0 | 24.5 | 21.7 | 26.5  |
| 03:05:21 p.m.            | 22.9 | 23.8 | 25.4 | 27.6 | 30.2 | 30.3 | 29.4 | 30.2 | 27.9 | 27.4 | 24.8 | 22.0 | 26.8  |
| 04:05:21 p.m.            | 23.2 | 24.1 | 25.8 | 27.8 | 30.5 | 30.5 | 29.6 | 30.1 | 27.9 | 27.7 | 25.1 | 22.3 | 27.1  |
| 05:05:21 p.m.            | 23.1 | 24.5 | 26.1 | 28.0 | 30.8 | 30.8 | 29.9 | 30.1 | 27.9 | 27.9 | 25.3 | 22.7 | 27.2  |
| 06:05:21 p.m.            | 23.3 | 24.7 | 26.2 | 28.2 | 31.0 | 30.9 | 30.1 | 30.3 | 27.8 | 28.1 | 25.5 | 22.8 | 27.4  |
| 07:05:21 p.m.            | 23.5 | 24.7 | 26.2 | 28.2 | 31.0 | 31.1 | 30.2 | 30.3 | 27.8 | 28.1 | 25.6 | 22.8 | 27.5  |
| 08:05:21 p.m.            | 23.3 | 24.7 | 26.3 | 28.4 | 31.0 | 31.1 | 30.3 | 30.4 | 27.7 | 28.1 | 25.7 | 22.8 | 27.5  |
| 09:05:21 p.m.            | 23.0 | 24.6 | 26.2 | 28.4 | 31.0 | 31.2 | 30.3 | 30.5 | 28.0 | 27.9 | 25.6 | 22.8 | 27.5  |
| 10:05:21 p.m.            | 22.4 | 24.6 | 26.2 | 28.4 | 31.0 | 31.2 | 30.3 | 30.8 | 28.2 | 27.8 | 25.5 | 22.8 | 27.4  |
| 11:05:21 p.m.            | 21.8 | 24.5 | 26.0 | 28.3 | 30.8 | 31.1 | 30.2 | 31.0 | 28.4 | 27.8 | 25.5 | 22.8 | 27.4  |
| Media                    | 21.6 | 23.7 | 25.1 | 27.6 | 30.1 | 30.5 | 29.5 | 31.0 | 28.3 | 27.2 | 24.9 | 22.2 |       |

| Hora / Mes<br>T. Ext. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 19.3 | 22.3 | 23.4 | 25.4 | 28.9 | 28.5 | 27.9 | 29.0 | 27.2 | 25.5 | 23.2 | 20.8 | 25.1  |
| 01:05:21 a.m.            | 19.4 | 22.2 | 23.3 | 25.4 | 28.8 | 28.4 | 27.8 | 29.0 | 27.1 | 25.4 | 23.2 | 20.7 | 25.1  |
| 02:05:21 a.m.            | 19.3 | 22.2 | 23.3 | 25.4 | 28.7 | 28.5 | 27.7 | 29.0 | 27.0 | 25.4 | 23.2 | 20.7 | 25.0  |
| 03:05:21 a.m.            | 19.1 | 22.0 | 23.1 | 25.4 | 28.6 | 28.4 | 27.6 | 29.0 | 26.9 | 25.2 | 23.1 | 20.5 | 24.9  |
| 04:05:21 a.m.            | 19.1 | 21.9 | 23.0 | 25.2 | 28.4 | 28.3 | 27.5 | 29.0 | 26.9 | 25.1 | 23.0 | 20.4 | 24.8  |
| 05:05:21 a.m.            | 19.0 | 21.7 | 22.7 | 25.1 | 28.3 | 28.2 | 27.4 | 28.9 | 26.8 | 25.0 | 22.7 | 20.2 | 24.7  |
| 06:05:21 a.m.            | 18.8 | 21.7 | 22.6 | 25.0 | 28.1 | 28.2 | 27.3 | 28.9 | 26.7 | 24.9 | 22.6 | 20.1 | 24.6  |
| 07:05:21 a.m.            | 18.6 | 21.9 | 22.6 | 24.9 | 28.0 | 28.1 | 27.1 | 28.9 | 26.6 | 24.9 | 22.6 | 20.1 | 24.5  |
| 08:05:21 a.m.            | 18.5 | 21.8 | 22.5 | 24.7 | 27.8 | 27.8 | 27.0 | 28.8 | 26.5 | 24.8 | 22.5 | 20.0 | 24.4  |
| 09:05:21 a.m.            | 18.4 | 21.9 | 22.5 | 24.7 | 27.7 | 27.8 | 26.9 | 28.7 | 26.4 | 24.8 | 22.4 | 19.9 | 24.3  |
| 10:05:21 a.m.            | 18.6 | 22.0 | 22.5 | 24.8 | 27.7 | 28.1 | 27.2 | 28.7 | 26.4 | 24.8 | 22.5 | 19.9 | 24.4  |
| 11:05:21 a.m.            | 18.8 | 22.2 | 22.5 | 25.0 | 27.8 | 28.1 | 27.2 | 28.7 | 26.5 | 24.9 | 22.5 | 20.0 | 24.5  |
| 12:05:21 p.m.            | 19.0 | 22.5 | 22.8 | 25.3 | 27.9 | 28.1 | 27.3 | 28.6 | 26.5 | 25.2 | 22.6 | 20.2 | 24.7  |
| 01:05:21 p.m.            | 19.3 | 22.8 | 23.1 | 25.6 | 28.1 | 28.2 | 27.4 | 28.6 | 26.6 | 25.2 | 22.9 | 20.5 | 24.9  |
| 02:05:21 p.m.            | 19.6 | 23.1 | 23.5 | 26.0 | 28.4 | 28.4 | 27.6 | 28.6 | 26.7 | 25.5 | 23.1 | 20.8 | 25.1  |
| 03:05:21 p.m.            | 20.0 | 23.5 | 23.9 | 26.4 | 28.7 | 28.5 | 27.9 | 28.7 | 26.8 | 25.7 | 23.4 | 21.2 | 25.4  |
| 04:05:21 p.m.            | 20.3 | 23.8 | 24.0 | 26.7 | 29.0 | 28.6 | 28.1 | 28.8 | 27.0 | 26.0 | 23.5 | 21.6 | 25.6  |
| 05:05:21 p.m.            | 20.4 | 24.0 | 24.1 | 26.9 | 29.3 | 28.7 | 28.4 | 28.9 | 27.2 | 26.2 | 23.6 | 21.9 | 25.8  |
| 06:05:21 p.m.            | 20.5 | 23.8 | 24.2 | 26.4 | 29.6 | 28.6 | 28.5 | 29.1 | 27.3 | 26.2 | 23.8 | 22.0 | 25.8  |
| 07:05:21 p.m.            | 20.4 | 23.9 | 24.3 | 26.7 | 29.8 | 28.6 | 28.8 | 29.3 | 27.4 | 26.5 | 23.9 | 22.0 | 26.0  |
| 08:05:21 p.m.            | 20.3 | 24.2 | 24.1 | 26.8 | 29.7 | 28.7 | 28.8 | 29.3 | 27.4 | 26.5 | 23.8 | 22.1 | 26.0  |
| 09:05:21 p.m.            | 20.2 | 24.1 | 23.8 | 26.3 | 29.6 | 28.7 | 28.6 | 29.3 | 27.5 | 26.0 | 23.8 | 22.2 | 25.8  |
| 10:05:21 p.m.            | 19.9 | 23.6 | 23.5 | 26.1 | 29.5 | 28.7 | 28.5 | 29.3 | 27.5 | 25.8 | 23.5 | 21.5 | 25.6  |
| 11:05:21 p.m.            | 19.8 | 23.4 | 23.2 | 25.6 | 29.4 | 28.7 | 28.2 | 29.3 | 27.5 | 25.6 | 23.3 | 21.3 | 25.4  |
| Media                    | 19.5 | 22.8 | 23.3 | 25.7 | 28.7 | 28.4 | 27.8 | 28.9 | 26.9 | 25.5 | 23.1 | 20.9 |       |

FUENTE: Hobo N° 12 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

Tabla N° 36  
**Vivienda común N° 15 en la recámara en 2014**  
**Humedad relativa media según hora-mes**

| Hora / Mes<br>H. R. Int. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 74.9 | 79.4 | 71.1 | 76.2 | 75.5 | 71.8 | 79.6 | 72.1 | 76.0 | 70.7 | 73.1 | 75.3 | 74.6  |
| 01:05:21 a.m.              | 75.9 | 79.5 | 71.5 | 77.2 | 76.3 | 73.0 | 80.7 | 71.3 | 75.4 | 71.4 | 72.9 | 75.7 | 75.1  |
| 02:05:21 a.m.              | 76.9 | 79.8 | 72.1 | 77.6 | 77.3 | 74.1 | 81.4 | 70.7 | 75.7 | 72.0 | 72.8 | 75.4 | 75.5  |
| 03:05:21 a.m.              | 78.0 | 79.7 | 72.5 | 78.2 | 77.9 | 74.8 | 82.1 | 71.6 | 76.4 | 72.9 | 72.9 | 75.9 | 76.1  |
| 04:05:21 a.m.              | 79.2 | 79.1 | 72.7 | 78.5 | 78.4 | 75.3 | 82.5 | 72.3 | 77.0 | 73.6 | 73.0 | 74.7 | 76.3  |
| 05:05:21 a.m.              | 79.5 | 78.8 | 72.7 | 78.2 | 78.7 | 75.6 | 82.6 | 72.5 | 77.6 | 74.0 | 73.4 | 74.4 | 76.5  |
| 06:05:21 a.m.              | 80.5 | 78.5 | 73.0 | 78.3 | 78.9 | 76.0 | 82.7 | 72.9 | 78.0 | 74.4 | 73.6 | 74.1 | 76.7  |
| 07:05:21 a.m.              | 79.9 | 78.4 | 73.4 | 78.5 | 79.4 | 76.4 | 83.1 | 74.1 | 78.5 | 75.0 | 73.8 | 74.1 | 77.1  |
| 08:05:21 a.m.              | 80.1 | 78.7 | 74.3 | 78.5 | 79.7 | 76.9 | 83.5 | 75.2 | 79.0 | 75.5 | 74.5 | 74.9 | 77.6  |
| 09:05:21 a.m.              | 79.6 | 79.3 | 75.3 | 78.3 | 79.7 | 77.2 | 84.1 | 75.9 | 79.3 | 75.8 | 74.6 | 75.0 | 77.8  |
| 10:05:21 a.m.              | 79.4 | 80.2 | 75.1 | 77.7 | 79.6 | 77.3 | 84.0 | 76.4 | 79.7 | 75.5 | 74.5 | 75.6 | 77.9  |
| 11:05:21 a.m.              | 78.4 | 79.9 | 75.0 | 77.4 | 78.5 | 76.6 | 83.3 | 76.9 | 79.9 | 75.4 | 74.5 | 76.0 | 77.6  |
| 12:05:21 p.m.              | 75.4 | 79.4 | 73.9 | 76.4 | 76.8 | 75.7 | 82.4 | 77.3 | 79.8 | 74.5 | 74.3 | 76.1 | 76.8  |
| 01:05:21 p.m.              | 73.2 | 78.4 | 72.6 | 75.4 | 75.7 | 73.9 | 80.9 | 77.8 | 79.3 | 73.1 | 73.8 | 75.7 | 75.8  |
| 02:05:21 p.m.              | 70.0 | 77.3 | 71.5 | 74.7 | 74.4 | 72.3 | 79.9 | 78.4 | 78.4 | 71.1 | 72.5 | 74.7 | 74.6  |
| 03:05:21 p.m.              | 66.1 | 76.0 | 70.9 | 73.0 | 73.5 | 71.6 | 78.6 | 79.0 | 77.9 | 69.4 | 71.8 | 73.8 | 73.5  |
| 04:05:21 p.m.              | 63.8 | 75.5 | 70.0 | 72.5 | 72.7 | 70.6 | 78.2 | 79.5 | 78.4 | 67.5 | 71.1 | 73.3 | 72.7  |
| 05:05:21 p.m.              | 63.0 | 75.1 | 69.7 | 72.1 | 72.5 | 70.3 | 77.1 | 79.5 | 78.0 | 66.7 | 70.3 | 73.9 | 72.4  |
| 06:05:21 p.m.              | 63.1 | 74.6 | 69.7 | 72.4 | 72.5 | 70.2 | 76.6 | 78.8 | 78.1 | 67.4 | 70.4 | 73.9 | 72.3  |
| 07:05:21 p.m.              | 64.2 | 75.0 | 70.3 | 72.7 | 72.7 | 70.0 | 76.8 | 77.5 | 77.7 | 68.5 | 71.1 | 74.1 | 72.6  |
| 08:05:21 p.m.              | 64.0 | 75.9 | 70.8 | 72.9 | 72.9 | 70.1 | 76.8 | 76.2 | 77.4 | 69.1 | 71.4 | 74.4 | 72.7  |
| 09:05:21 p.m.              | 65.5 | 77.0 | 70.6 | 73.0 | 73.3 | 70.3 | 77.2 | 74.8 | 76.4 | 69.7 | 71.6 | 74.8 | 72.9  |
| 10:05:21 p.m.              | 67.7 | 78.2 | 70.3 | 74.0 | 73.8 | 70.9 | 77.6 | 73.6 | 75.6 | 70.3 | 72.3 | 75.5 | 73.3  |
| 11:05:21 p.m.              | 70.2 | 78.9 | 70.8 | 75.1 | 74.3 | 71.3 | 78.4 | 72.6 | 75.6 | 70.5 | 72.1 | 75.9 | 73.8  |
| Media                      | 72.9 | 78.0 | 72.1 | 75.8 | 76.0 | 73.4 | 80.4 | 75.3 | 77.7 | 71.8 | 72.8 | 74.9 |       |

| Hora / Mes<br>H. R. Ext. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 70.5 | 73.2 | 67.4 | 71.2 | 72.2 | 72.1 | 73.3 | 74.2 | 72.3 | 74.2 | 77.0 | 81.6 | 73.3  |
| 01:05:21 a.m.              | 71.6 | 73.6 | 67.5 | 71.3 | 72.5 | 72.4 | 74.0 | 74.3 | 72.7 | 74.6 | 77.2 | 81.7 | 73.6  |
| 02:05:21 a.m.              | 72.2 | 74.2 | 68.7 | 71.4 | 72.7 | 72.4 | 75.4 | 74.4 | 73.0 | 75.0 | 77.1 | 81.8 | 74.0  |
| 03:05:21 a.m.              | 72.6 | 74.9 | 69.4 | 71.5 | 72.9 | 72.5 | 76.3 | 74.5 | 73.2 | 75.2 | 77.3 | 81.8 | 74.3  |
| 04:05:21 a.m.              | 73.2 | 75.0 | 69.5 | 71.2 | 73.1 | 72.6 | 76.5 | 74.7 | 73.5 | 75.5 | 77.4 | 82.2 | 74.6  |
| 05:05:21 a.m.              | 73.3 | 75.0 | 69.7 | 70.8 | 73.1 | 72.9 | 76.8 | 74.9 | 73.7 | 75.5 | 77.6 | 82.5 | 74.6  |
| 06:05:21 a.m.              | 73.6 | 75.1 | 69.7 | 70.8 | 73.3 | 73.2 | 77.2 | 74.9 | 73.6 | 75.4 | 77.8 | 82.8 | 74.8  |
| 07:05:21 a.m.              | 73.7 | 74.7 | 69.9 | 70.6 | 73.3 | 73.4 | 77.1 | 74.9 | 73.7 | 75.5 | 77.7 | 82.9 | 74.8  |
| 08:05:21 a.m.              | 73.7 | 75.0 | 70.9 | 70.3 | 73.7 | 73.5 | 77.9 | 74.6 | 73.7 | 75.6 | 77.9 | 83.0 | 75.0  |
| 09:05:21 a.m.              | 73.5 | 75.0 | 71.1 | 70.6 | 74.0 | 73.9 | 77.9 | 74.5 | 73.4 | 75.8 | 78.0 | 83.0 | 75.1  |
| 10:05:21 a.m.              | 73.6 | 75.2 | 70.9 | 70.8 | 74.2 | 73.6 | 77.7 | 74.5 | 73.3 | 76.0 | 78.0 | 83.3 | 75.1  |
| 11:05:21 a.m.              | 73.2 | 75.0 | 70.0 | 70.7 | 74.1 | 73.2 | 77.2 | 74.4 | 73.0 | 75.9 | 77.8 | 83.1 | 74.8  |
| 12:05:21 p.m.              | 71.9 | 73.7 | 67.6 | 70.4 | 74.1 | 72.5 | 76.1 | 74.1 | 72.7 | 75.4 | 77.3 | 82.4 | 74.0  |
| 01:05:21 p.m.              | 71.3 | 72.3 | 66.9 | 69.6 | 73.8 | 72.1 | 75.1 | 73.8 | 72.7 | 74.9 | 76.7 | 82.1 | 73.4  |
| 02:05:21 p.m.              | 70.6 | 71.5 | 65.7 | 69.5 | 73.3 | 71.3 | 74.0 | 73.3 | 72.1 | 74.6 | 76.4 | 81.5 | 72.8  |
| 03:05:21 p.m.              | 69.5 | 70.6 | 64.2 | 69.2 | 73.0 | 70.8 | 73.0 | 72.5 | 71.9 | 74.5 | 76.4 | 80.6 | 72.2  |
| 04:05:21 p.m.              | 68.5 | 69.9 | 63.3 | 69.0 | 72.5 | 70.4 | 72.8 | 72.3 | 71.9 | 74.2 | 76.1 | 80.1 | 71.7  |
| 05:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.4 | 63.1 | 69.3 | 72.3 | 69.9 | 72.3 | 71.7 | 72.1 | 74.1 | 76.0 | 79.8 | 71.5  |
| 06:05:21 p.m.              | 67.5 | 69.2 | 63.1 | 69.4 | 72.3 | 70.0 | 72.6 | 71.6 | 72.1 | 74.0 | 75.9 | 79.8 | 71.5  |
| 07:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.7 | 63.5 | 69.4 | 72.1 | 70.0 | 73.3 | 71.7 | 72.5 | 74.1 | 75.8 | 80.1 | 71.7  |
| 08:05:21 p.m.              | 68.0 | 69.9 | 64.3 | 69.5 | 71.9 | 70.2 | 73.0 | 72.0 | 72.8 | 74.2 | 75.8 | 80.2 | 71.8  |
| 09:05:21 p.m.              | 68.5 | 71.0 | 64.0 | 70.0 | 71.9 | 70.7 | 73.4 | 72.2 | 73.3 | 74.6 | 76.0 | 80.4 | 72.2  |
| 10:05:21 p.m.              | 68.6 | 71.8 | 65.4 | 70.3 | 72.0 | 71.2 | 73.9 | 72.4 | 74.0 | 74.9 | 76.2 | 80.7 | 72.6  |
| 11:05:21 p.m.              | 69.5 | 72.7 | 65.8 | 70.5 | 72.3 | 71.6 | 74.1 | 72.7 | 74.3 | 75.0 | 76.3 | 81.1 | 73.0  |
| Media                      | 71.0 | 72.8 | 67.1 | 70.3 | 72.9 | 71.9 | 75.0 | 73.6 | 73.0 | 74.9 | 76.9 | 81.6 |       |

FUENTE: Hobo N° 12 valores interiores y SENEAM valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

### **4.5.23 Interpretación de los valores de temperatura y humedad media según hora-mes de la recámara**

#### **4.5.23.1 Temperatura y humedad relativa media interior hora-mes**

La temperatura más alta se presenta de las 07:05 a las 09:05 p.m. con 27.50°C, la más baja con 26.00°C de las 10:05 a.m. a las 11:05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 21.60°C, y con la más alta es agosto con 31.00°C.

La humedad relativa más alta es de 77.90% y se presenta a las 10:05 a.m., asimismo la más baja es de 72.30% a las 06:05 p.m.

El mes con humedad relativa más baja es octubre con 71.80%, y con la más alta es julio con 80.40%.

#### **4.5.23.2 Temperatura y humedad relativa media exterior hora-mes**

La temperatura más alta es de 26.00°C y se presentan entre las 07:05 y 08:05 p.m. asimismo la más baja con 24.30°C a las 09:05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 19.50°C, y con la más alta es agosto con 28.90°C.

La humedad relativa más alta es de 75.10% y se presenta entre las 09:05 y las 10:05 a.m., asimismo la más baja es de 71.50% entre las 05:05 y 06:05 p.m.

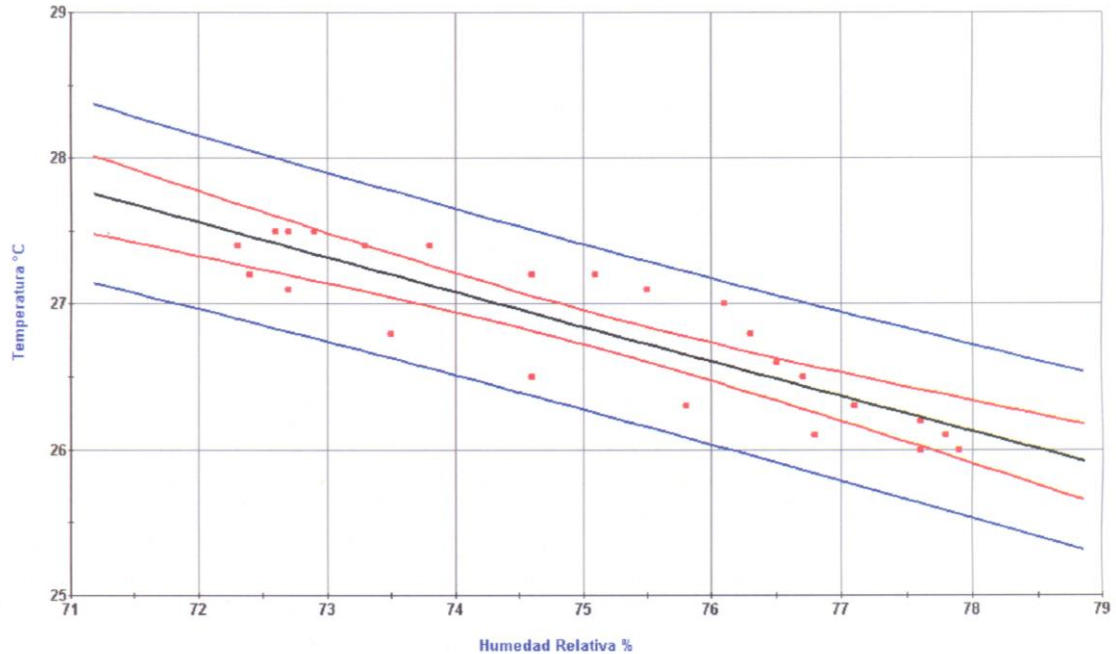
El mes con humedad relativa más baja es marzo con 67.10% y con la más alta es diciembre con 81.60%.

Datos extraídos de las tablas N° 35 y 36.

#### 4.5.24 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media interior según hora-mes en la recámara en 2014

Gráfico N° 71

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media interior



FUENTE: Software G-STATS STUDENT (2015). Gestiona: Elaboración Propia.

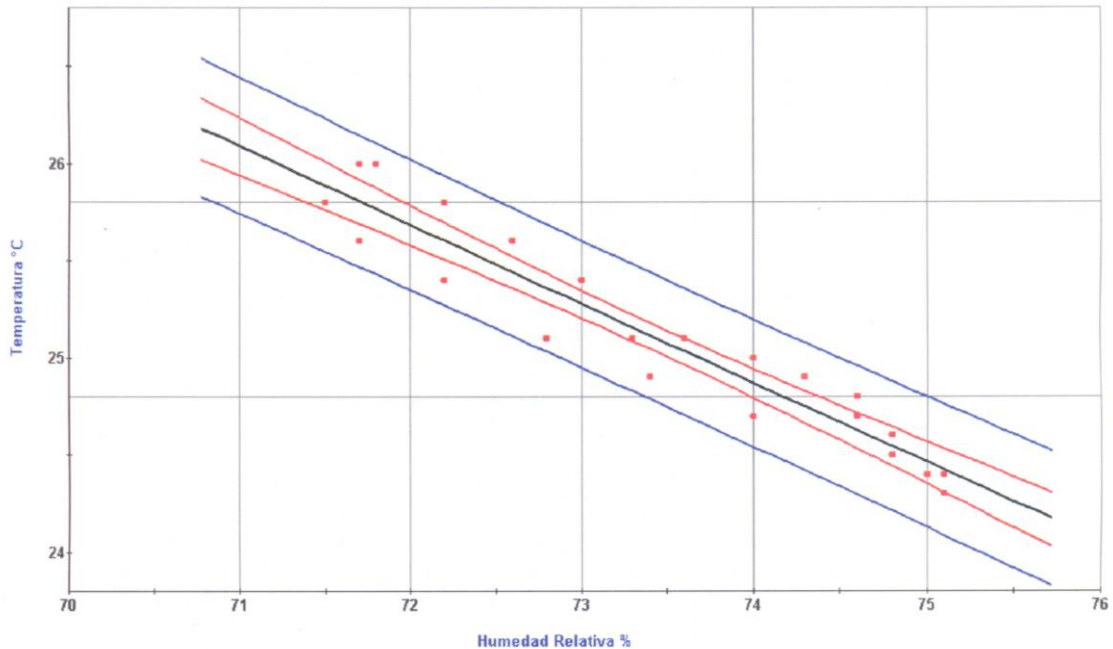
En el gráfico N° 71 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 75.00              | 26.80          |
| Mediana                    | 75.30              | 26.90          |
| Moda                       | 72.70              | 27.20          |
| Media Geométrica           | 75.00              | 26.80          |
| Varianza                   | 3.80               | 0.20           |
| Desviación Típica          | 1.90               | 0.50           |
| Error Estándar de la Media | 0.30               | 0.10           |
| Mínimo                     | 72.30              | 26.00          |
| Máximo                     | 77.90              | 27.50          |

#### 4.5.25 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media exterior según hora-mes en 2014

Gráfico N° 72

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media exterior



FUENTE: Software G-STAT STUDENT (2015). Gestiona: Elaboración Propia.

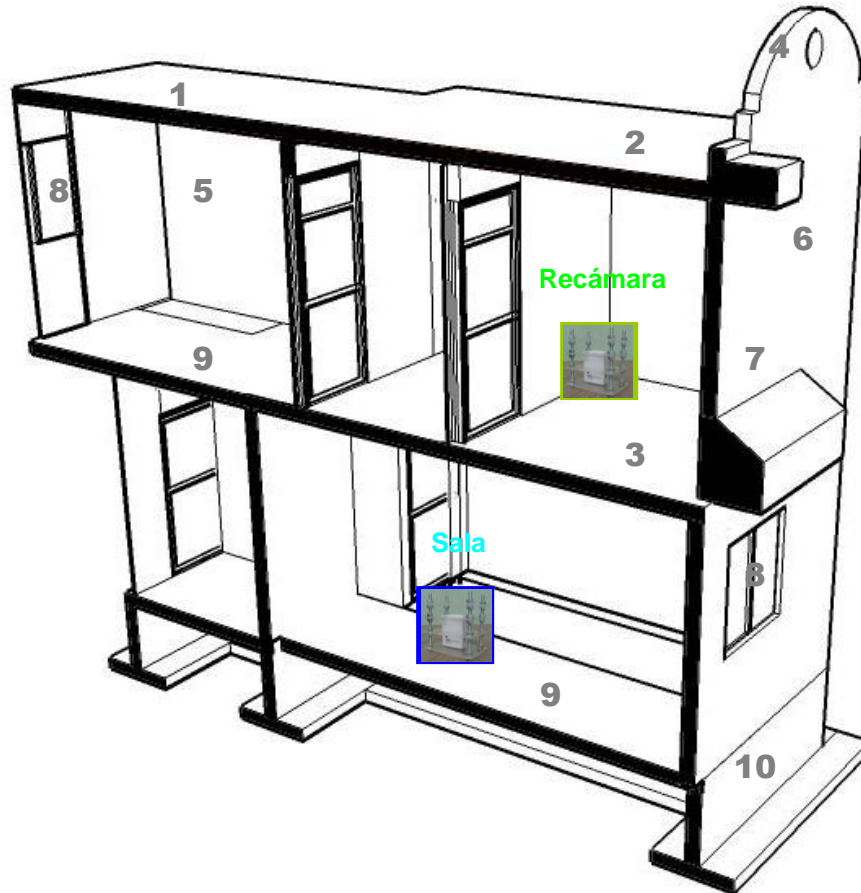
En el gráfico N° 72 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 73.40              | 25.10          |
| Mediana                    | 73.50              | 25.00          |
| Moda                       | 74.80              | 25.10          |
| Media Geométrica           | 73.40              | 25.00          |
| Varianza                   | 1.60               | 0.20           |
| Desviación Típica          | 1.20               | 0.50           |
| Error Estándar de la Media | 0.20               | 0.10           |
| Mínimo                     | 71.50              | 24.30          |
| Máximo                     | 75.10              | 26.00          |



## 4.6 Vivienda común N° 16

Gráfico N° 73  
Isométrico de la vivienda común N° 16



### 4.6.1 Solución constructiva

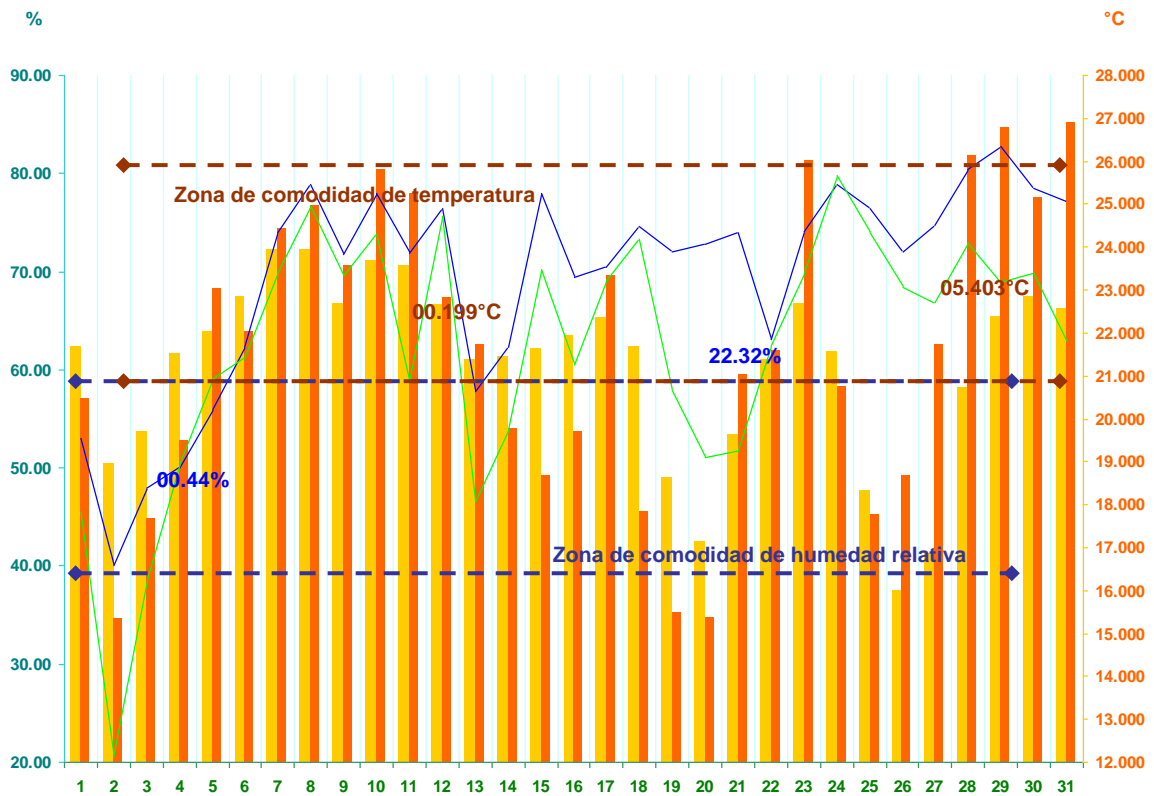
- 1 Impermeabilizante a base de resinas acrílicas y capas de fibra de vidrio
- 2 Cubierta de azotea aligerado con vigueta y bovedilla
- 3 Cubierta de entrepiso aligerado con vigueta y bovedilla
- 4 Pretiles de Bloque ligero de 0.15 x 0.20 x 0.40 m
- 5 Aplanado interior de yeso
- 6 Muro de Bloque pesado de 0.15 x 0.20 x 0.40 m
- 7 Aplanado exterior de cemento-arena proporción 1:5
- 8 Cancelería de aluminio natural con acristalamiento de 6 mm
- 9 Pisos de loseta vitrificada
- 10 Zapata corrida de concreto armado
- 11 Instalación hidráulica de tubería de P.V.C.
- 12 Instalación Sanitaria Tubería de Cobre

FUENTE: Elaboración Propia.

La vivienda contempla alturas interiores de piso a cielorraso de 2.80 m; con un volumen total interior de 210.00 m<sup>3</sup>; un área de cubierta de 41.45 m<sup>2</sup>; un área de la envolvente sin cubierta de 163.30 m<sup>2</sup>; con un área de aberturas en la envolvente de 12.00 m<sup>2</sup>; dando en total un porcentaje de aberturas en la envolvente de 7.00%.

### 4.6.2 Análisis higrotérmico de la sala en enero, 2014

Gráfico N° 74  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Vivienda común N° 16 en la sala enero de 2014



FUENTE: Hobo N° 15 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

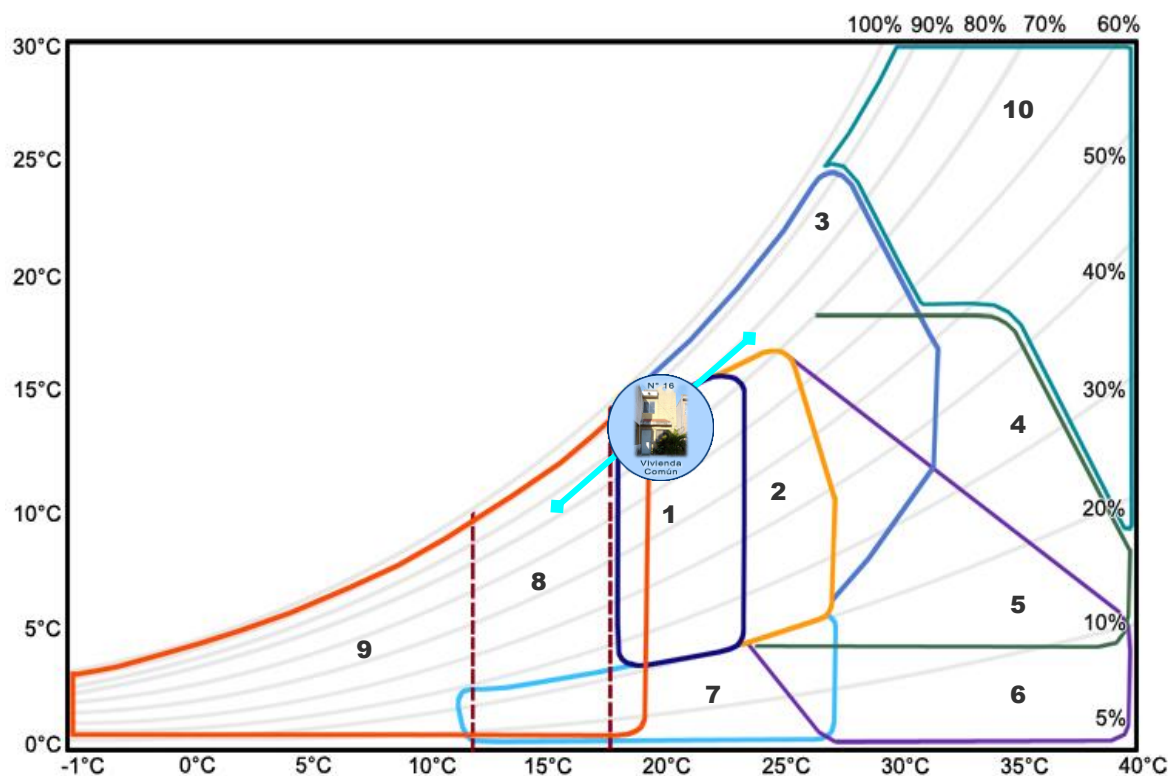
| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 23.431°C                  |
| Límite superior                       | 25.931°C                  |
| Límite inferior                       | 20.931°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 22                        |
| Días demasía de temperatura           | 0                         |
| Días pérdida de temperatura           | 9                         |
| Ampliación mínima de temperatura      | 00.199°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 05.403°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 6                         |
| Días demasía de humedad relativa      | 25                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 0                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 00.44%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 22.32%                    |

Tabla N° 37  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda común N° 16 en la sala enero de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Días     | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|----------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| 1        | Comodidad                 | 21.681         | 20.446         | Comodidad                   | 53.00            | 45.47            |
| 2        | Pérdida                   | 18.940         | 15.355         | Comodidad                   | 40.00            | 20.71            |
| 3        | Pérdida                   | 19.690         | 17.668         | Comodidad                   | 48.00            | 38.37            |
| 4        | Comodidad                 | 21.530         | 19.492         | Comodidad                   | 50.00            | 50.44            |
| 5        | Comodidad                 | 22.032         | 23.040         | Comodidad                   | 56.00            | 59.07            |
| 6        | Comodidad                 | 22.842         | 22.028         | Demasia                     | 62.28            | 61.14            |
| 7        | Comodidad                 | 23.943         | 24.425         | Demasia                     | 74.01            | 69.87            |
| 8        | Comodidad                 | <b>23.957</b>  | 24.955         | Demasia                     | <b>78.84</b>     | 76.64            |
| 9        | Comodidad                 | 22.691         | 23.571         | Demasia                     | 71.82            | 69.50            |
| 10       | Comodidad                 | 23.680         | 25.805         | Demasia                     | 77.92            | 73.80            |
| 11       | Comodidad                 | 23.563         | 25.255         | Demasia                     | 71.94            | 58.78            |
| 12       | Comodidad                 | 22.636         | 22.836         | Demasia                     | 76.38            | 75.59            |
| 13       | Comodidad                 | 21.368         | 21.733         | Comodidad                   | 57.74            | 46.56            |
| 14       | Comodidad                 | 21.446         | 19.770         | Demasia                     | 62.33            | 53.84            |
| 15       | Comodidad                 | 21.656         | 18.698         | Demasia                     | 78.00            | 70.22            |
| 16       | Comodidad                 | 21.931         | 19.702         | Demasia                     | 69.42            | 60.46            |
| 17       | Comodidad                 | 22.352         | 23.330         | Demasia                     | 70.41            | 69.02            |
| 18       | Comodidad                 | 21.681         | 17.825         | Demasia                     | 74.65            | 73.30            |
| 19       | Pérdida                   | 18.628         | 15.486         | Demasia                     | 72.02            | 57.94            |
| 20       | Pérdida                   | 17.140         | 15.385         | Demasia                     | 72.73            | 51.00            |
| 21       | Pérdida                   | 19.628         | 21.029         | Demasia                     | 74.00            | 51.69            |
| 22       | Comodidad                 | 21.365         | 21.590         | Demasia                     | 63.12            | 62.44            |
| 23       | Comodidad                 | 22.683         | 26.020         | Demasia                     | 74.06            | 69.75            |
| 24       | Comodidad                 | 21.567         | 20.751         | Demasia                     | 78.89            | 79.78            |
| 25       | Pérdida                   | 18.320         | 17.776         | Demasia                     | 76.36            | 73.91            |
| 26       | Pérdida                   | <b>15.980</b>  | 18.698         | Demasia                     | <b>72.00</b>     | 68.36            |
| 27       | Pérdida                   | 16.850         | 21.733         | Demasia                     | 74.79            | 66.81            |
| 28       | Pérdida                   | 20.726         | 26.130         | Demasia                     | 80.46            | 72.94            |
| 29       | Comodidad                 | 22.381         | 26.796         | Demasia                     | 82.74            | 68.94            |
| 30       | Comodidad                 | 22.848         | 25.149         | Demasia                     | 78.54            | 69.87            |
| 31       | Comodidad                 | 22.557         | 26.899         | Demasia                     | 77.23            | 62.84            |
| T. Media |                           | <b>21.235</b>  | <b>21.593</b>  | H. R. Media                 | <b>69.34</b>     | <b>69.34</b>     |

**FUENTE:** Hobo N° 15 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

Gráfico N° 75  
Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para enero de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

#### Variables

Vivienda

Área

Enero y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 15.980°C – 72.00%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

#### Temperatura y humedad relativa interior

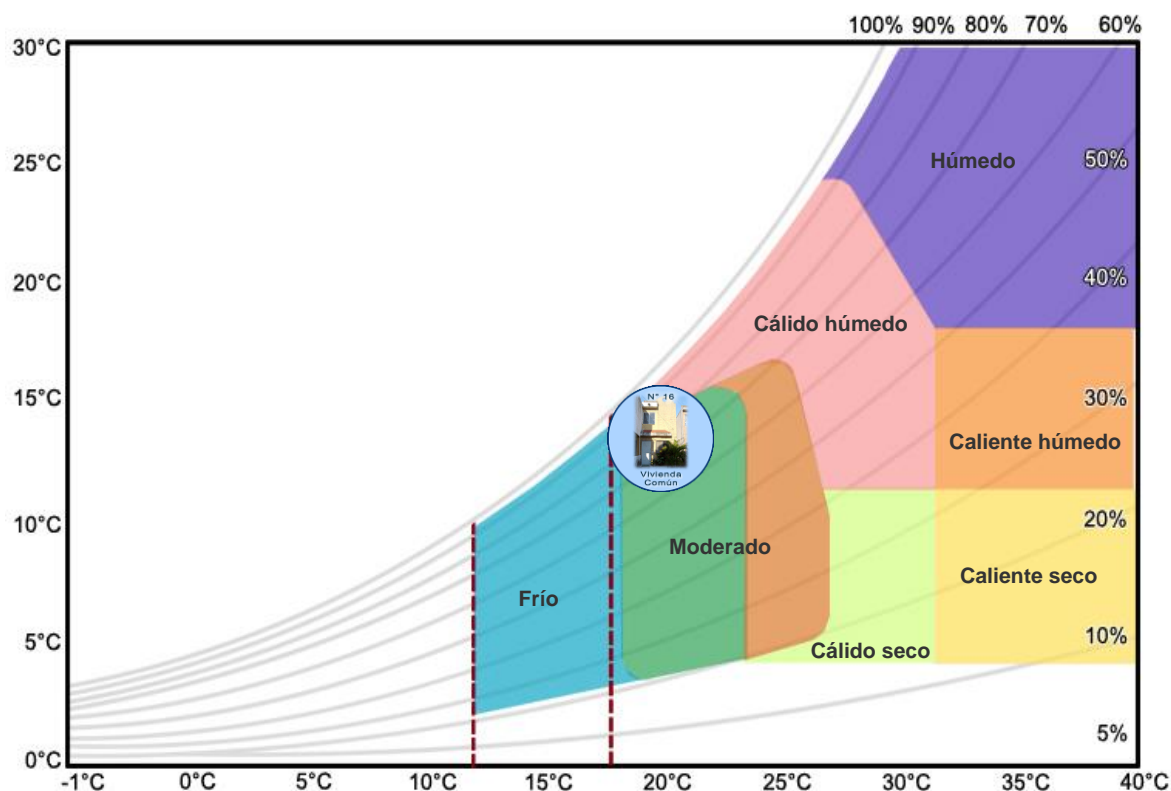
Común N° 16

Sala

T. Máxima con su correspondiente H. R. = 23.957°C – 78.84%

|    |
|----|
| 1  |
| 2  |
| 3  |
| 4  |
| 5  |
| 6  |
| 7  |
| 8  |
| 9  |
| 10 |

Gráfico N° 76  
Clasificación higrotérmica enero de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Variables               | Temperatura y humedad relativa interior |
| Vivienda                | Común N° 16                             |
| Área                    | Sala                                    |
| Enero                   | Moderado                                |
| Clasificación climática |   |
| Moderado                |   |
| Cálido Húmedo           |   |
| Húmedo                  |   |
| Caliente húmedo         |   |
| Caliente seco           |   |
| Cálido seco             |   |
| Frio                    |   |

### 4.6.3 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 74 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 23.40°C con un límite superior de 25.90°C y un límite inferior de 20.90°C. Presenta un total de 22 días de comodidad y 9 de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 0.20°C, y la máxima es de 5.40°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 6 días de comodidad, 25 de demasía y 0 de pérdida de humedad térmica. El diferencial de ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 0.40%, y la máxima es de 22.30%.

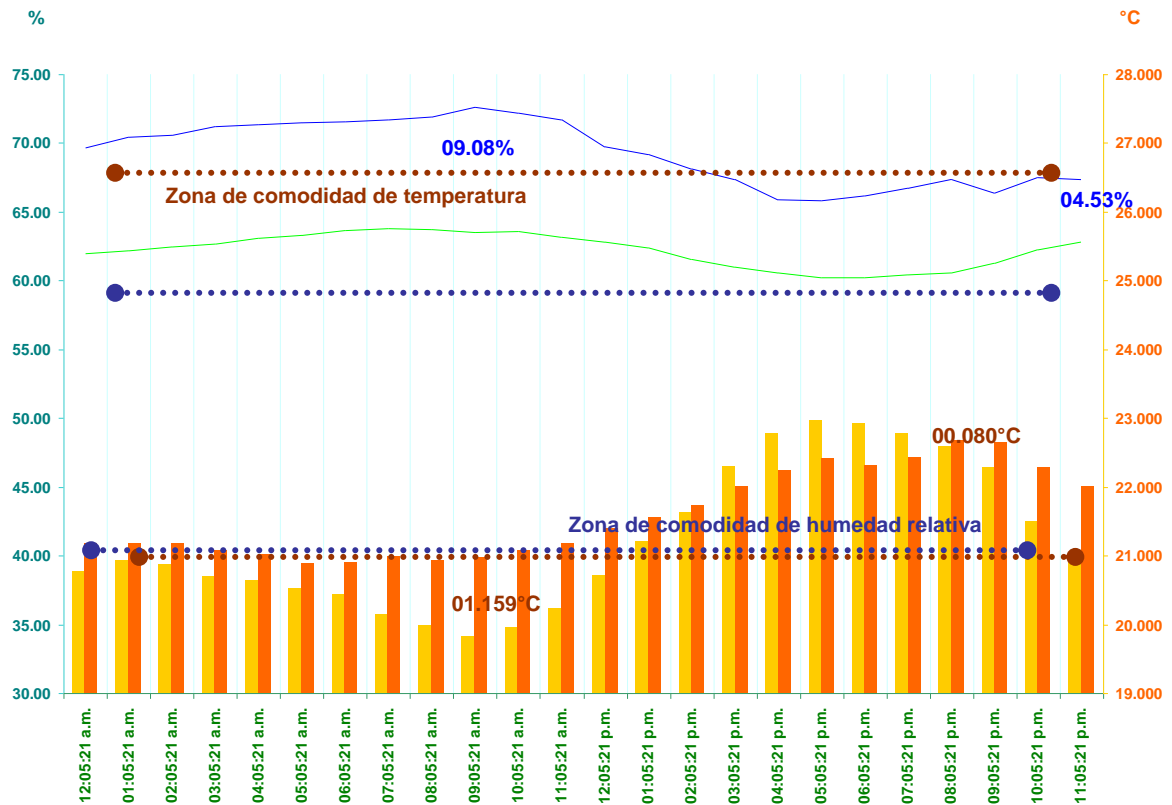
La temperatura media es de 21.20°C al interior, al exterior es de 21.60°C, y la humedad relativa media interior es de 69.30% y al exterior es de 69.30%, según tabla N° 37.

Las recomendaciones originadas de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior del gráfico N° 75 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 37, son las siguientes: Se encuentra en la zona comodidad de invierno, que requiere ventilación cruzada e incita a mejor ganancia interna.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 76 de Lechner (2001), es un espacio moderado.

#### 4.6.4 Análisis higrotérmico del día típico de la sala en enero, 2014

Gráfico N° 77  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Día típico de la vivienda común N° 16 en la sala enero de 2014



FUENTE: Hobo N° 15 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Temperatura interior                          | Humedad relativa interior |
| Temperatura Exterior                          | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                           | 23.431°C                  |
| Límite superior                               | 25.931°C                  |
| Límite inferior                               | 20.931°C                  |
| Horas comodidad de temperatura                | 12                        |
| Horas demasía de temperatura                  | 0                         |
| Horas pérdida de temperatura                  | 12                        |
| Oscilación de temperatura interior            | 03.141°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior            | 01.778°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura              | 00.080°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura              | 01.159°C                  |
| Humedad relativa neutral                      | 50.00%                    |
| Límite superior                               | 60.00%                    |
| Límite inferior                               | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa           | 0                         |
| Horas demasía de humedad relativa             | 24                        |
| Horas pérdida de humedad relativa             | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior       | 06.80%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior       | 03.57%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa         | 04.53%                    |
| Ampliación térmica máxima de humedad relativa | 09.08%                    |

Tabla N° 38  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico en la vivienda común N° 16 en la sala enero 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior          | T. Exterior          | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior      | H. R. Exterior      |
|---------------|---------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| 12:05:21 a.m. | <b>Pérdida</b>            | 20.761               | 21.185               | <b>Demasía</b>              | 69.71               | 61.95               |
| 01:05:21 a.m. | <b>Comodidad</b>          | 20.936               | 21.167               | <b>Demasía</b>              | 70.47               | 62.17               |
| 02:05:21 a.m. | <b>Pérdida</b>            | 20.876               | 21.189               | <b>Demasía</b>              | 70.62               | 62.50               |
| 03:05:21 a.m. | <b>Pérdida</b>            | 20.689               | 21.075               | <b>Demasía</b>              | 71.20               | 62.65               |
| 04:05:21 a.m. | <b>Pérdida</b>            | 20.645               | 21.013               | <b>Demasía</b>              | 71.33               | 63.12               |
| 05:05:21 a.m. | <b>Pérdida</b>            | 20.521               | <b>20.885</b>        | <b>Demasía</b>              | 71.52               | 63.32               |
| 06:05:21 a.m. | <b>Pérdida</b>            | 20.422               | 20.900               | <b>Demasía</b>              | 71.54               | 63.66               |
| 07:05:21 a.m. | <b>Pérdida</b>            | 20.153               | 20.988               | <b>Demasía</b>              | 71.71               | <b>63.78</b>        |
| 08:05:21 a.m. | <b>Pérdida</b>            | 19.983               | 20.929               | <b>Demasía</b>              | 71.90               | 63.70               |
| 09:05:21 a.m. | <b>Pérdida</b>            | <u><b>19.820</b></u> | <u><b>20.979</b></u> | <b>Demasía</b>              | <u><b>72.60</b></u> | <u><b>63.52</b></u> |
| 10:05:21 a.m. | <b>Pérdida</b>            | 19.955               | 21.069               | <b>Demasía</b>              | 72.20               | 63.60               |
| 11:05:21 a.m. | <b>Pérdida</b>            | 20.233               | 21.174               | <b>Demasía</b>              | 71.72               | 63.20               |
| 12:05:21 p.m. | <b>Pérdida</b>            | 20.714               | 21.391               | <b>Demasía</b>              | 69.72               | 62.84               |
| 01:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 21.206               | 21.544               | <b>Demasía</b>              | 69.21               | 62.40               |
| 02:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 21.632               | 21.736               | <b>Demasía</b>              | 68.15               | 61.57               |
| 03:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 22.295               | 22.007               | <b>Demasía</b>              | 67.36               | 61.00               |
| 04:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 22.784               | 22.237               | <b>Demasía</b>              | 65.94               | 60.58               |
| 05:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | <b>22.961</b>        | 22.421               | <b>Demasía</b>              | <b>65.80</b>        | 60.26               |
| 06:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 22.920               | 22.322               | <b>Demasía</b>              | 66.15               | <b>60.21</b>        |
| 07:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 22.776               | 22.424               | <b>Demasía</b>              | 66.75               | 60.47               |
| 08:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | <u><b>22.583</b></u> | <u><b>22.663</b></u> | <b>Demasía</b>              | 67.38               | 60.57               |
| 09:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 22.272               | 22.642               | <b>Demasía</b>              | 66.42               | 61.31               |
| 10:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 21.487               | 22.270               | <b>Demasía</b>              | 67.50               | 62.29               |
| 11:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 21.023               | 22.016               | <b>Demasía</b>              | <u><b>67.34</b></u> | <u><b>62.81</b></u> |
|               | T. Media                  | <b>21.235</b>        | <b>21.593</b>        | H. R. Media                 | <b>69.34</b>        | <b>62.23</b>        |

**FUENTE:** Hobo N° 15 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.



#### 4.6.5 Interpretación de gráfico higrotérmico

El gráfico N° 77 de las zonas de comodidad constante del día típico presenta una temperatura neutral de 23.40°C, con límite superior de +2.50°C y un límite inferior de -2.50°C. Presenta 12 horas de comodidad y 12 de pérdida de temperatura.

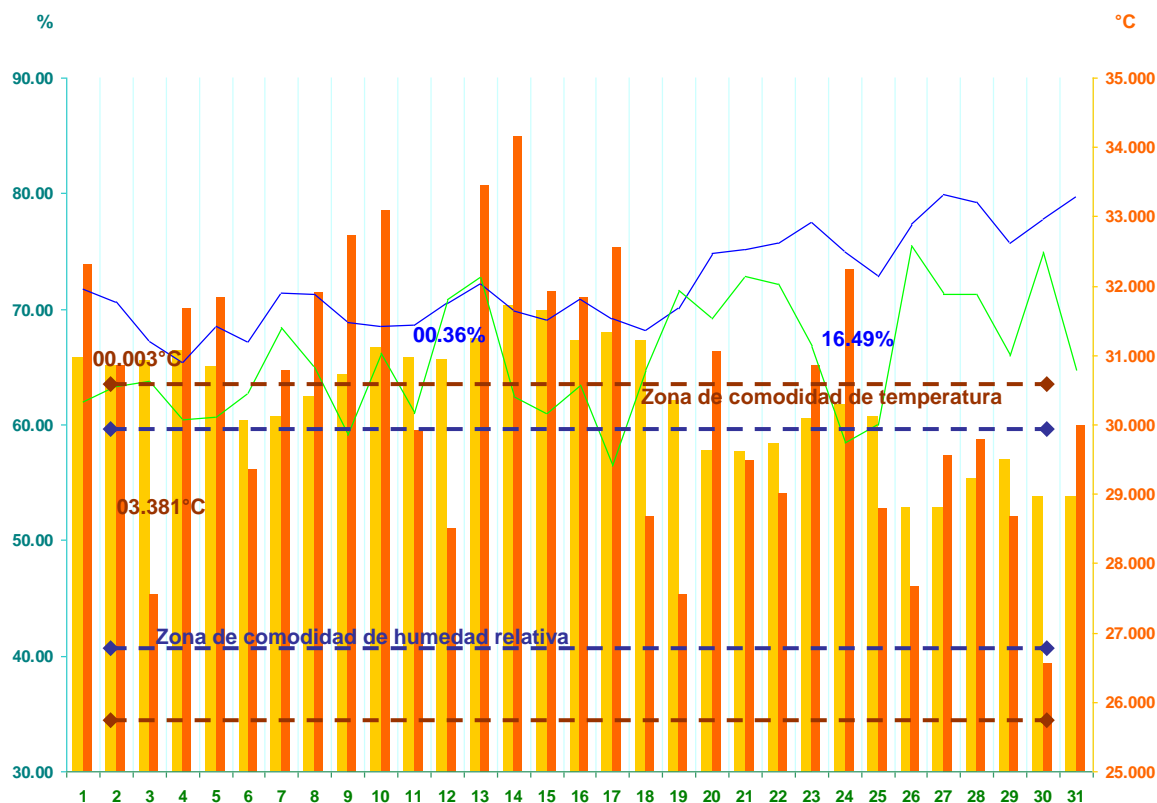
La oscilación de temperatura interior es de 3.10°C y la exterior de 1.80°C. Su ampliación mínima de temperatura es de 0.80°C y la máxima de 1.20°C, marcados en la tabla N° 38.

La humedad relativa de comodidad es de 50.00% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 24 horas de demasía de humedad relativa, con una oscilación interior de 6.80% y exterior de 3.60%, y un diferencial de ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 4.50% y la máxima es de 9.10%.

La temperatura media interior es de 21.20°C, la exterior de 21.60°C, la humedad relativa media interior es de 69.30%, y la exterior es de 62.20% como se expresan en la tabla N° 38.

### 4.6.6 Análisis higrotérmico de la sala en agosto, 2014

Gráfico N° 78  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Vivienda común N° 16 en la sala agosto de 2014



FUENTE: Hobo N° 15 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

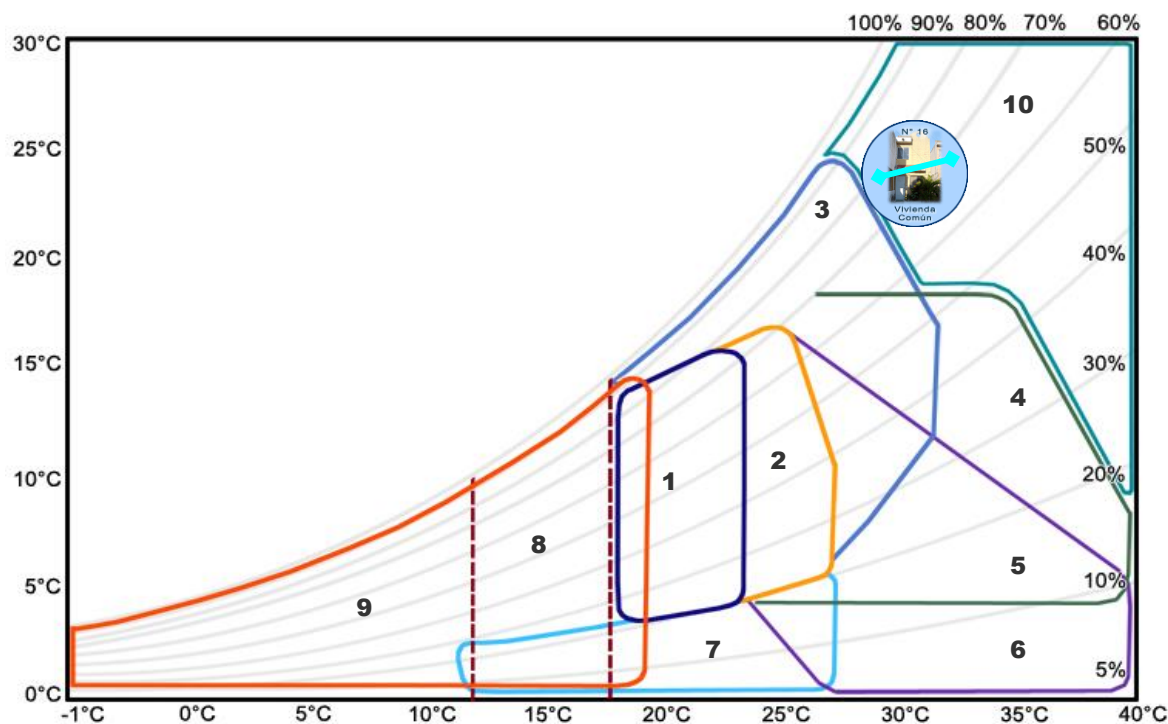
| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 28.165°C                  |
| Límite superior                       | 30.665°C                  |
| Límite inferior                       | 25.665°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 16                        |
| Días demasía de temperatura           | 15                        |
| Días pérdida de temperatura           | 0                         |
| Ampliación mínima de temperatura      | 00.003°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 03.381°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 0                         |
| Días demasía de humedad relativa      | 31                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 0                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 00.36%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 16.49%                    |

Tabla N° 39  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda común N° 16 en la sala agosto de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Días     | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|----------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| 1        | Demasia                   | 30.964         | 32.314         | Demasia                     | 71.74            | 61.98            |
| 2        | Demasia                   | 30.854         | 30.857         | Demasia                     | 70.63            | 63.29            |
| 3        | Demasia                   | 30.922         | 27.540         | Demasia                     | 67.18            | 63.82            |
| 4        | Demasia                   | 31.063         | 31.674         | Demasia                     | 65.42            | 60.49            |
| 5        | Demasia                   | 30.829         | 31.820         | Demasia                     | 68.51            | 60.64            |
| 6        | Comodidad                 | 30.051         | 29.361         | Demasia                     | 67.23            | 62.79            |
| 7        | Comodidad                 | 30.117         | 30.778         | Demasia                     | 71.35            | 68.47            |
| 8        | Comodidad                 | 30.411         | 31.903         | Demasia                     | 71.34            | 64.96            |
| 9        | Demasia                   | 30.711         | 32.737         | Demasia                     | 68.82            | 59.07            |
| 10       | Demasia                   | 31.104         | 33.084         | Demasia                     | 68.55            | 66.24            |
| 11       | Demasia                   | 30.963         | 29.912         | Demasia                     | 68.60            | 61.05            |
| 12       | Demasia                   | 30.939         | 28.503         | Demasia                     | 70.47            | 70.83            |
| 13       | Demasia                   | 31.227         | 33.446         | Demasia                     | 72.14            | 72.73            |
| 14       | Demasia                   | <b>31.716</b>  | 34.155         | Demasia                     | <b>69.81</b>     | 62.44            |
| 15       | Demasia                   | 31.635         | 31.927         | Demasia                     | 69.05            | 60.97            |
| 16       | Demasia                   | 31.226         | 31.820         | Demasia                     | 70.87            | 63.42            |
| 17       | Demasia                   | 31.320         | 32.554         | Demasia                     | 69.23            | 56.43            |
| 18       | Demasia                   | 31.222         | 28.671         | Demasia                     | 68.19            | 64.81            |
| 19       | Comodidad                 | 30.357         | 27.540         | Demasia                     | 70.02            | 71.65            |
| 20       | Comodidad                 | 29.632         | 31.052         | Demasia                     | 74.88            | 69.22            |
| 21       | Comodidad                 | 29.619         | 29.478         | Demasia                     | 75.18            | 72.87            |
| 22       | Comodidad                 | 29.727         | 29.005         | Demasia                     | 75.71            | 72.14            |
| 23       | Comodidad                 | 30.097         | 30.857         | Demasia                     | 77.46            | 66.81            |
| 24       | Comodidad                 | 30.294         | 32.224         | Demasia                     | 74.96            | 58.48            |
| 25       | Comodidad                 | 30.109         | 28.783         | Demasia                     | 72.85            | 59.95            |
| 26       | Comodidad                 | 28.809         | 27.652         | Demasia                     | 77.39            | 75.47            |
| 27       | Comodidad                 | <b>28.792</b>  | 29.553         | Demasia                     | <b>79.90</b>     | 71.34            |
| 28       | Comodidad                 | 29.223         | 29.787         | Demasia                     | 79.22            | 71.34            |
| 29       | Comodidad                 | 29.498         | 28.671         | Demasia                     | 75.76            | 66.01            |
| 30       | Comodidad                 | 28.958         | 26.554         | Demasia                     | 77.79            | 74.98            |
| 31       | Comodidad                 | 28.974         | 29.987         | Demasia                     | 79.87            | 64.61            |
| T. Media |                           | <b>30.367</b>  | <b>30.458</b>  | H. R. Media                 | <b>72.26</b>     | <b>65.78</b>     |

**FUENTE:** Hobo N° 15 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

Gráfico N° 79  
Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para agosto de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Variables

Vivienda

Área

Agosto y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 28.792°C – 79.90%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

Temperatura y humedad relativa interior

Común N° 16

Sala

T. Máxima con su correspondiente H. R. = 31.716°C – 69.81%

1

2

3

4

5

6

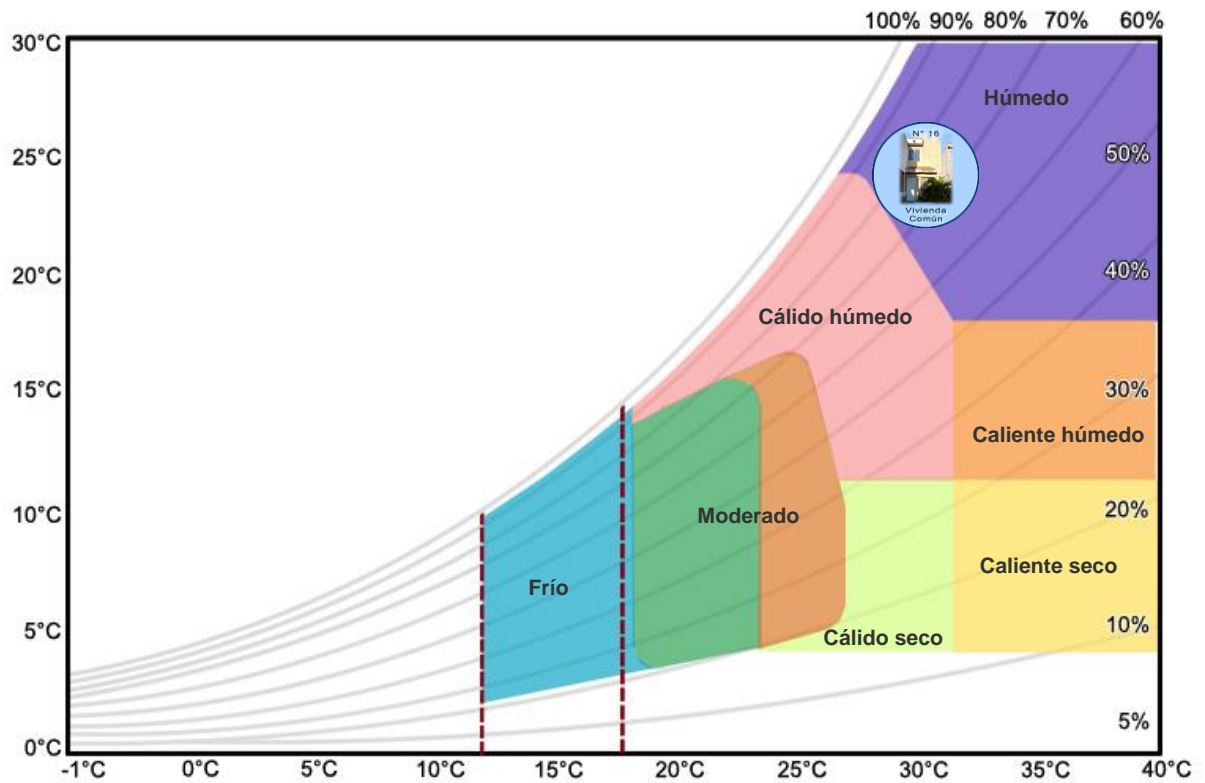
7

8

9

10

Gráfico N° 80  
Clasificación higrotérmica agosto de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Variables

Vivienda

Área

Agosto

Clasificación climática

Moderado

Cálido Húmedo

Húmedo

Caliente húmedo

Caliente seco

Cálido seco

Frío

Temperatura y humedad relativa interior

Común N° 16

Sala

Húmedo

#### 4.6.7 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 78 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 28.20°C con un límite superior de 30.70°C y un límite inferior de 25.70°C. Presenta un total de 16 días de comodidad, 15 de demasía, y 0 de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 0.00°C, y la máxima es de 3.40°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 31 días de demasía de humedad relativa. La ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 0.40%, y la máxima es de 16.50%.

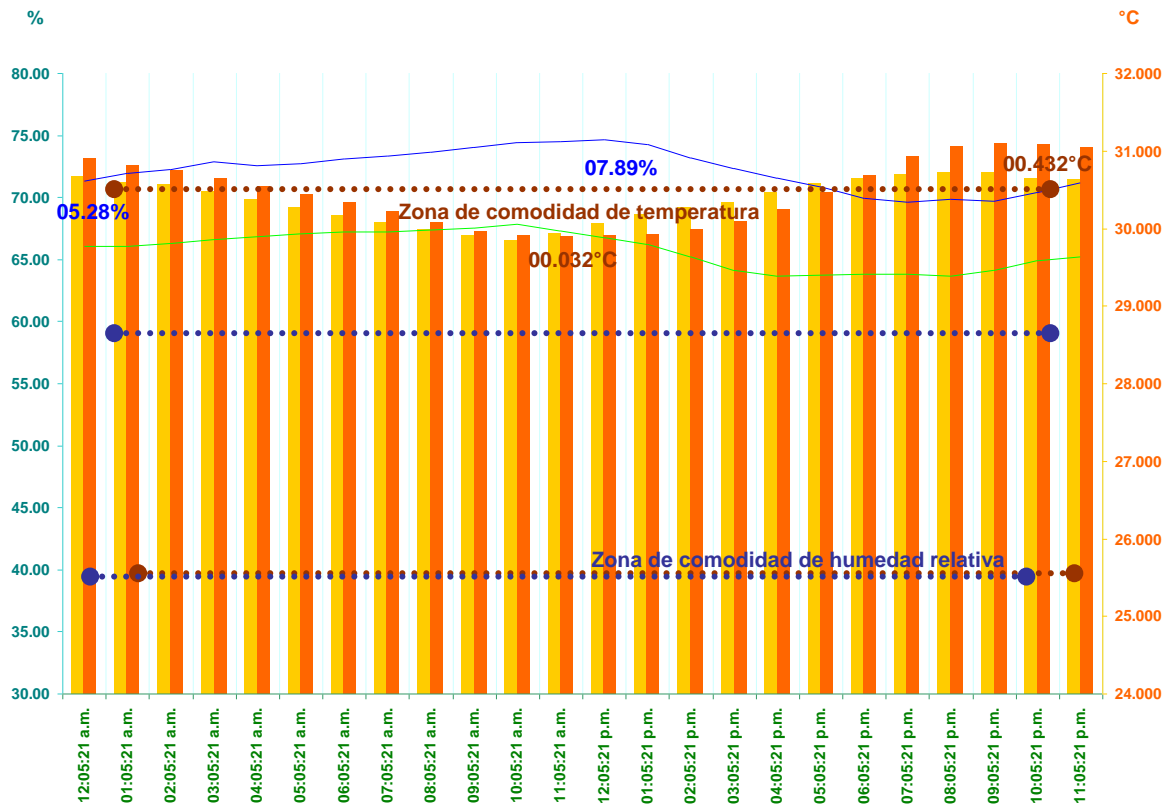
La temperatura media es de 30.40°C al interior, al exterior es de 30.50°C, y la humedad relativa media interior es de 72.30% y al exterior es de 65.80%, según tabla N° 39.

Las recomendaciones de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior del gráfico N° 79 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 39, son las siguientes: Demanda deshumidificación.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 80 de Lechner (2001), es un espacio húmedo.

#### 4.6.8 Análisis higrotérmico del día típico de la sala en agosto, 2014

Gráfico N° 81  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Día típico de la vivienda común N° 16 en la sala agosto de 2014



FUENTE: Hobo N° 15 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                    | Humedad relativa interior |
|---|---------------------------|
| Temperatura Exterior                    | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                     | 28.165°C                  |
| Límite superior                         | 30.665°C                  |
| Límite inferior                         | 25.665°C                  |
| Horas comodidad de temperatura          | 20                        |
| Horas demasía de temperatura            | 4                         |
| Horas pérdida de temperatura            | 0                         |
| Oscilación de temperatura interior      | 00.874°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior      | 01.195°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura        | 00.032°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura        | 00.432°C                  |
| Humedad relativa neutral                | 50.00%                    |
| Límite superior                         | 60.00%                    |
| Límite inferior                         | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa     | 0                         |
| Horas demasía de humedad relativa       | 24                        |
| Horas pérdida de humedad relativa       | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior | 05.04%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior | 04.71%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa   | 05.28%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa   | 07.89%                    |

Tabla N° 40  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico de la vivienda común N° 16 en la sala agosto 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior   | T. Exterior   | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior | H. R. Exterior |
|---------------|---------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| 12:05:21 a.m. | <b>Demasia</b>            | 30.673        | 30.908        | <b>Demasia</b>              | <u>71.33</u>   | <u>66.05</u>   |
| 01:05:21 a.m. | <b>Comodidad</b>          | 30.597        | 30.808        | <b>Demasia</b>              | 71.96          | 66.07          |
| 02:05:21 a.m. | <b>Comodidad</b>          | 30.558        | 30.750        | <b>Demasia</b>              | 72.29          | 66.33          |
| 03:05:21 a.m. | <b>Comodidad</b>          | 30.476        | 30.651        | <b>Demasia</b>              | 72.86          | 66.61          |
| 04:05:21 a.m. | <b>Comodidad</b>          | 30.375        | 30.535        | <b>Demasia</b>              | 72.60          | 66.84          |
| 05:05:21 a.m. | <b>Comodidad</b>          | 30.267        | 30.446        | <b>Demasia</b>              | 72.74          | 67.07          |
| 06:05:21 a.m. | <b>Comodidad</b>          | 30.170        | 30.336        | <b>Demasia</b>              | 73.08          | 67.21          |
| 07:05:21 a.m. | <b>Comodidad</b>          | 30.079        | 30.214        | <b>Demasia</b>              | 73.36          | 67.22          |
| 08:05:21 a.m. | <b>Comodidad</b>          | 29.994        | 30.083        | <b>Demasia</b>              | 73.65          | 67.39          |
| 09:05:21 a.m. | <b>Comodidad</b>          | 29.905        | 29.954        | <b>Demasia</b>              | 74.01          | 67.54          |
| 10:05:21 a.m. | <b>Comodidad</b>          | <b>29.850</b> | 29.905        | <b>Demasia</b>              | 74.41          | <b>67.82</b>   |
| 11:05:21 a.m. | <b>Comodidad</b>          | <u>29.930</u> | <u>29.898</u> | <b>Demasia</b>              | 74.54          | 67.34          |
| 12:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 30.067        | 29.905        | <b>Demasia</b>              | <u>74.66</u>   | <u>66.77</u>   |
| 01:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 30.181        | 29.922        | <b>Demasia</b>              | 74.26          | 66.22          |
| 02:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 30.279        | 29.991        | <b>Demasia</b>              | 73.19          | 65.19          |
| 03:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 30.341        | 30.093        | <b>Demasia</b>              | 72.34          | 64.14          |
| 04:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 30.463        | 30.247        | <b>Demasia</b>              | 71.53          | 63.66          |
| 05:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 30.574        | 30.469        | <b>Demasia</b>              | 70.86          | 63.72          |
| 06:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 30.652        | 30.693        | <b>Demasia</b>              | 69.95          | 63.86          |
| 07:05:21 p.m. | <b>Demasia</b>            | 30.701        | 30.936        | <b>Demasia</b>              | <b>69.62</b>   | 63.85          |
| 08:05:21 p.m. | <b>Demasia</b>            | <b>30.724</b> | 31.054        | <b>Demasia</b>              | 69.85          | <b>63.65</b>   |
| 09:05:21 p.m. | <b>Demasia</b>            | 30.720        | <b>31.093</b> | <b>Demasia</b>              | 69.67          | 64.14          |
| 10:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | <u>30.648</u> | <u>31.080</u> | <b>Demasia</b>              | 70.37          | 64.88          |
| 11:05:21 p.m. | <b>Comodidad</b>          | 30.635        | 31.046        | <b>Demasia</b>              | 71.14          | 65.22          |
|               | T. Media                  | <b>30.369</b> | <b>30.459</b> | H. R. Media                 | <b>72.26</b>   | <b>65.78</b>   |

**FUENTE:** Hobo N° 15 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.



#### 4.6.9 Interpretación de gráfico higrotérmico

El gráfico N° 81 de las zonas de comodidad constante del día típico presenta una temperatura neutral de  $28.20^{\circ}\text{C}$ , con límite superior de  $+2.50^{\circ}\text{C}$  y un límite inferior de  $-2.50^{\circ}\text{C}$ . Presenta 20 horas de comodidad y 4 de demasía de temperatura.

La oscilación de temperatura interior es de  $0.90^{\circ}\text{C}$  y la exterior de  $1.20^{\circ}\text{C}$ . Su ampliación mínima de temperatura es de  $0.00^{\circ}\text{C}$  y la máxima de  $0.40^{\circ}\text{C}$ , marcados en la tabla N° 40.

La humedad relativa de comodidad es de 50.00% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 24 horas de demasía de humedad relativa, con una oscilación interior de 5.0% y exterior de 4.70%, y un diferencial de ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 5.30% y la máxima es de 7.90%.

La temperatura media interior es de  $30.40^{\circ}\text{C}$ , la exterior de  $30.50^{\circ}\text{C}$ , la humedad relativa media interior es de 72.20%, y la exterior es de 65.80% como se expresan en la tabla N° 40.

#### 4.6.10 Análisis de los valores de temperatura y humedad media según hora-mes de la sala

Tabla N° 41  
Vivienda común N° 16 en la sala en 2014  
Temperatura media según hora-mes

| Hora / Mes<br>T. Int. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 20.8 | 24.0 | 25.0 | 27.5 | 29.7 | 30.2 | 29.2 | 30.7 | 28.3 | 27.2 | 24.9 | 23.1 | 26.7  |
| 01:05:21 a.m.            | 20.9 | 23.9 | 24.9 | 27.5 | 29.6 | 30.0 | 29.1 | 30.6 | 28.3 | 27.1 | 24.9 | 23.0 | 26.7  |
| 02:05:21 a.m.            | 20.9 | 23.9 | 24.9 | 27.4 | 29.4 | 29.9 | 29.0 | 30.6 | 28.2 | 27.0 | 24.8 | 23.0 | 26.6  |
| 03:05:21 a.m.            | 20.7 | 23.8 | 24.8 | 27.3 | 29.3 | 29.8 | 28.9 | 30.5 | 28.1 | 26.9 | 24.7 | 22.9 | 26.5  |
| 04:05:21 a.m.            | 20.6 | 23.7 | 24.6 | 27.2 | 29.2 | 29.7 | 28.8 | 30.4 | 28.0 | 26.8 | 24.6 | 22.8 | 26.4  |
| 05:05:21 a.m.            | 20.5 | 23.6 | 24.5 | 27.1 | 29.1 | 29.6 | 28.8 | 30.3 | 28.0 | 26.7 | 24.6 | 22.7 | 26.3  |
| 06:05:21 a.m.            | 20.4 | 23.5 | 24.4 | 27.0 | 29.0 | 29.6 | 28.7 | 30.2 | 27.8 | 26.6 | 24.5 | 22.6 | 26.2  |
| 07:05:21 a.m.            | 20.2 | 23.3 | 24.3 | 26.9 | 28.9 | 29.5 | 28.6 | 30.1 | 27.7 | 26.5 | 24.4 | 22.5 | 26.1  |
| 08:05:21 a.m.            | 20.0 | 23.2 | 24.3 | 26.8 | 28.9 | 29.4 | 28.6 | 30.0 | 27.6 | 26.4 | 24.3 | 22.4 | 26.0  |
| 09:05:21 a.m.            | 19.8 | 23.1 | 24.3 | 26.7 | 29.0 | 29.5 | 28.7 | 29.9 | 27.5 | 26.3 | 24.2 | 22.3 | 26.0  |
| 10:05:21 a.m.            | 20.0 | 23.2 | 24.3 | 26.8 | 29.1 | 29.6 | 28.8 | 29.9 | 27.5 | 26.4 | 24.2 | 22.3 | 26.0  |
| 11:05:21 a.m.            | 20.2 | 23.2 | 24.3 | 26.8 | 29.3 | 29.8 | 29.0 | 29.9 | 27.5 | 26.5 | 24.2 | 22.2 | 26.1  |
| 12:05:21 p.m.            | 20.7 | 23.3 | 24.4 | 26.9 | 29.4 | 29.8 | 29.1 | 30.1 | 27.6 | 26.6 | 24.3 | 22.3 | 26.2  |
| 01:05:21 p.m.            | 21.2 | 23.3 | 24.5 | 27.1 | 29.5 | 29.9 | 29.1 | 30.2 | 27.6 | 26.8 | 24.4 | 22.4 | 26.3  |
| 02:05:21 p.m.            | 21.6 | 23.4 | 24.6 | 27.2 | 29.6 | 30.0 | 29.2 | 30.3 | 27.7 | 26.9 | 24.5 | 22.5 | 26.4  |
| 03:05:21 p.m.            | 22.3 | 23.5 | 24.7 | 27.3 | 29.7 | 30.1 | 29.3 | 30.3 | 27.8 | 27.0 | 24.6 | 22.6 | 26.6  |
| 04:05:21 p.m.            | 22.8 | 23.6 | 24.8 | 27.3 | 29.9 | 30.2 | 29.4 | 30.5 | 27.9 | 27.1 | 24.7 | 22.6 | 26.7  |
| 05:05:21 p.m.            | 23.0 | 23.7 | 24.9 | 27.4 | 30.0 | 30.2 | 29.4 | 30.6 | 28.0 | 27.2 | 24.7 | 22.7 | 26.8  |
| 06:05:21 p.m.            | 22.9 | 23.8 | 24.9 | 27.4 | 29.9 | 30.2 | 29.4 | 30.7 | 28.1 | 27.2 | 24.8 | 22.8 | 26.9  |
| 07:05:21 p.m.            | 22.8 | 23.9 | 25.0 | 27.4 | 29.9 | 30.3 | 29.4 | 30.7 | 28.1 | 27.2 | 24.8 | 22.8 | 26.9  |
| 08:05:21 p.m.            | 22.6 | 23.9 | 25.0 | 27.4 | 29.9 | 30.2 | 29.4 | 30.7 | 28.2 | 27.2 | 24.8 | 22.8 | 26.9  |
| 09:05:21 p.m.            | 22.3 | 23.9 | 25.0 | 27.4 | 29.9 | 30.2 | 29.4 | 30.7 | 28.2 | 27.2 | 24.8 | 22.9 | 26.8  |
| 10:05:21 p.m.            | 21.5 | 24.0 | 25.1 | 27.5 | 29.9 | 30.2 | 29.4 | 30.6 | 28.2 | 27.2 | 24.8 | 23.0 | 26.8  |
| 11:05:21 p.m.            | 21.0 | 24.1 | 25.1 | 27.5 | 29.9 | 30.1 | 29.4 | 30.6 | 28.2 | 27.1 | 24.8 | 23.0 | 26.8  |
| Media                    | 21.2 | 23.6 | 24.7 | 27.2 | 29.5 | 29.9 | 29.1 | 30.4 | 27.9 | 26.9 | 24.6 | 22.7 |       |

| Hora / Mes<br>T. Ext. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 21.2 | 25.6 | 25.8 | 27.8 | 30.4 | 30.3 | 29.7 | 30.9 | 28.6 | 27.0 | 24.2 | 22.0 | 27.0  |
| 01:05:21 a.m.            | 21.2 | 25.6 | 25.7 | 27.8 | 30.3 | 30.2 | 29.6 | 30.8 | 28.6 | 26.9 | 24.1 | 21.8 | 26.9  |
| 02:05:21 a.m.            | 21.2 | 25.5 | 25.7 | 27.8 | 30.3 | 30.1 | 29.6 | 30.8 | 28.5 | 26.8 | 24.0 | 21.6 | 26.8  |
| 03:05:21 a.m.            | 21.1 | 25.4 | 25.6 | 27.7 | 30.2 | 30.1 | 29.5 | 30.7 | 28.4 | 26.7 | 23.9 | 21.4 | 26.7  |
| 04:05:21 a.m.            | 21.0 | 25.2 | 25.5 | 27.7 | 30.0 | 29.9 | 29.4 | 30.5 | 28.5 | 26.7 | 23.7 | 21.2 | 26.6  |
| 05:05:21 a.m.            | 20.9 | 25.1 | 25.3 | 27.6 | 29.9 | 29.9 | 29.2 | 30.4 | 28.4 | 26.6 | 23.2 | 21.0 | 26.5  |
| 06:05:21 a.m.            | 20.9 | 24.9 | 25.3 | 27.6 | 29.8 | 29.8 | 29.1 | 30.3 | 28.2 | 26.4 | 23.2 | 20.7 | 26.4  |
| 07:05:21 a.m.            | 21.0 | 24.8 | 25.3 | 27.5 | 29.7 | 29.6 | 29.0 | 30.2 | 28.1 | 26.2 | 23.0 | 20.5 | 26.2  |
| 08:05:21 a.m.            | 20.9 | 24.6 | 25.1 | 27.4 | 29.5 | 29.5 | 28.9 | 30.1 | 27.8 | 26.2 | 22.8 | 20.3 | 26.1  |
| 09:05:21 a.m.            | 21.0 | 24.6 | 25.1 | 27.4 | 29.3 | 29.4 | 28.8 | 30.0 | 27.9 | 25.9 | 22.5 | 20.2 | 26.0  |
| 10:05:21 a.m.            | 21.1 | 24.6 | 25.0 | 27.3 | 29.5 | 29.5 | 28.8 | 29.9 | 27.9 | 25.7 | 22.4 | 20.0 | 26.0  |
| 11:05:21 a.m.            | 21.2 | 24.8 | 25.0 | 27.4 | 29.4 | 29.4 | 28.8 | 29.9 | 28.0 | 25.8 | 22.3 | 19.7 | 26.0  |
| 12:05:21 p.m.            | 21.4 | 24.9 | 25.1 | 27.4 | 29.4 | 29.4 | 28.8 | 29.9 | 28.1 | 26.3 | 22.8 | 20.0 | 26.1  |
| 01:05:21 p.m.            | 21.5 | 25.0 | 25.3 | 27.4 | 29.5 | 29.5 | 28.9 | 29.9 | 28.3 | 27.1 | 23.9 | 20.8 | 26.4  |
| 02:05:21 p.m.            | 21.7 | 25.3 | 25.4 | 27.4 | 29.5 | 29.6 | 29.0 | 30.0 | 28.6 | 27.9 | 25.1 | 21.8 | 26.8  |
| 03:05:21 p.m.            | 22.0 | 25.6 | 25.7 | 27.5 | 29.7 | 29.7 | 29.1 | 30.1 | 28.7 | 28.5 | 25.8 | 22.6 | 27.1  |
| 04:05:21 p.m.            | 22.2 | 25.8 | 25.9 | 27.6 | 29.9 | 29.8 | 29.3 | 30.2 | 28.9 | 28.9 | 26.3 | 23.4 | 27.4  |
| 05:05:21 p.m.            | 22.4 | 26.0 | 26.1 | 27.8 | 30.1 | 30.0 | 29.5 | 30.5 | 29.1 | 29.1 | 26.7 | 23.9 | 27.6  |
| 06:05:21 p.m.            | 22.3 | 26.2 | 26.0 | 27.9 | 30.5 | 30.1 | 29.7 | 30.7 | 29.3 | 29.1 | 26.4 | 24.0 | 27.7  |
| 07:05:21 p.m.            | 22.4 | 26.2 | 26.3 | 28.0 | 30.9 | 30.3 | 29.9 | 30.9 | 29.5 | 28.8 | 26.2 | 23.9 | 27.8  |
| 08:05:21 p.m.            | 22.7 | 26.2 | 26.4 | 28.1 | 31.0 | 30.3 | 30.0 | 31.1 | 29.4 | 28.5 | 25.7 | 23.5 | 27.7  |
| 09:05:21 p.m.            | 22.6 | 25.9 | 26.2 | 28.1 | 31.0 | 30.3 | 30.0 | 31.1 | 29.4 | 27.8 | 25.0 | 23.0 | 27.5  |
| 10:05:21 p.m.            | 22.3 | 25.8 | 26.0 | 28.1 | 31.0 | 30.3 | 30.0 | 31.1 | 29.2 | 27.2 | 24.4 | 22.4 | 27.3  |
| 11:05:21 p.m.            | 22.0 | 25.4 | 25.8 | 28.1 | 31.0 | 30.2 | 29.9 | 31.0 | 29.1 | 27.0 | 24.3 | 22.1 | 27.2  |
| Media                    | 21.6 | 25.4 | 25.6 | 27.7 | 30.1 | 29.9 | 29.4 | 30.5 | 28.6 | 27.2 | 24.2 | 21.7 |       |

FUENTE: Hobo N° 15 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

Tabla N° 42  
**Vivienda común N° 16 en la sala en 2014**  
**Humedad relativa media según hora-mes**

| Hora / Mes<br>H. R. Int. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 69.7 | 73.0 | 65.7 | 71.6 | 73.6 | 70.4 | 75.8 | 71.3 | 74.5 | 67.3 | 68.5 | 68.6 | 70.8  |
| 01:05:21 a.m.              | 70.5 | 72.7 | 65.9 | 71.6 | 73.6 | 70.0 | 76.2 | 72.0 | 74.8 | 67.8 | 68.5 | 68.6 | 71.0  |
| 02:05:21 a.m.              | 70.6 | 72.8 | 66.0 | 71.7 | 73.8 | 70.4 | 76.3 | 72.3 | 75.0 | 68.0 | 68.5 | 68.5 | 71.2  |
| 03:05:21 a.m.              | 71.2 | 72.7 | 65.6 | 71.5 | 74.2 | 71.1 | 76.6 | 72.9 | 75.2 | 68.9 | 68.7 | 68.3 | 71.4  |
| 04:05:21 a.m.              | 71.3 | 72.4 | 65.6 | 71.3 | 74.3 | 71.7 | 76.8 | 72.6 | 75.3 | 69.5 | 68.9 | 67.2 | 71.4  |
| 05:05:21 a.m.              | 71.5 | 71.5 | 65.6 | 71.3 | 74.4 | 71.9 | 76.9 | 72.7 | 75.5 | 69.6 | 69.1 | 66.9 | 71.4  |
| 06:05:21 a.m.              | 71.5 | 71.0 | 65.4 | 71.2 | 74.5 | 72.2 | 76.9 | 73.1 | 75.5 | 69.8 | 69.2 | 66.4 | 71.4  |
| 07:05:21 a.m.              | 71.7 | 70.7 | 65.3 | 71.4 | 74.7 | 72.5 | 77.2 | 73.4 | 75.3 | 70.1 | 68.9 | 66.2 | 71.5  |
| 08:05:21 a.m.              | 71.9 | 70.4 | 65.8 | 71.2 | 74.8 | 73.0 | 77.5 | 73.7 | 75.0 | 70.4 | 69.0 | 66.4 | 71.6  |
| 09:05:21 a.m.              | 72.6 | 70.8 | 65.8 | 71.4 | 75.0 | 73.2 | 77.8 | 74.0 | 74.9 | 70.8 | 69.0 | 66.4 | 71.8  |
| 10:05:21 a.m.              | 72.2 | 71.2 | 65.5 | 71.1 | 74.7 | 73.1 | 77.7 | 74.4 | 75.2 | 70.2 | 69.3 | 67.0 | 71.8  |
| 11:05:21 a.m.              | 71.7 | 71.0 | 66.1 | 70.9 | 73.6 | 72.3 | 77.3 | 74.5 | 75.2 | 69.3 | 68.6 | 67.3 | 71.5  |
| 12:05:21 p.m.              | 69.7 | 71.3 | 65.9 | 70.1 | 72.7 | 71.5 | 76.4 | 74.7 | 75.4 | 68.5 | 67.9 | 66.8 | 70.9  |
| 01:05:21 p.m.              | 69.2 | 71.0 | 65.7 | 69.2 | 72.1 | 70.3 | 75.6 | 74.3 | 74.9 | 67.7 | 67.1 | 66.8 | 70.3  |
| 02:05:21 p.m.              | 68.2 | 71.3 | 66.1 | 69.6 | 71.5 | 69.3 | 75.1 | 73.2 | 74.0 | 66.8 | 65.9 | 67.0 | 69.8  |
| 03:05:21 p.m.              | 67.4 | 71.0 | 66.1 | 68.9 | 71.1 | 68.7 | 74.4 | 72.3 | 73.4 | 65.7 | 65.5 | 66.9 | 69.3  |
| 04:05:21 p.m.              | 65.9 | 70.9 | 65.9 | 68.6 | 71.0 | 68.4 | 74.3 | 71.5 | 73.0 | 65.4 | 65.2 | 67.3 | 69.0  |
| 05:05:21 p.m.              | 65.8 | 71.1 | 66.2 | 68.3 | 71.0 | 68.2 | 74.2 | 70.9 | 72.2 | 64.4 | 65.0 | 68.1 | 68.8  |
| 06:05:21 p.m.              | 66.1 | 71.0 | 66.4 | 68.6 | 71.0 | 68.2 | 73.5 | 69.9 | 72.2 | 65.2 | 65.3 | 68.4 | 68.8  |
| 07:05:21 p.m.              | 66.8 | 71.1 | 66.5 | 68.9 | 71.2 | 68.3 | 73.7 | 69.6 | 72.3 | 66.0 | 65.9 | 68.5 | 69.1  |
| 08:05:21 p.m.              | 67.4 | 71.7 | 66.8 | 69.3 | 71.5 | 68.4 | 74.1 | 69.8 | 72.1 | 66.8 | 66.6 | 68.7 | 69.4  |
| 09:05:21 p.m.              | 66.4 | 72.3 | 66.7 | 70.0 | 72.1 | 68.7 | 74.4 | 69.7 | 72.4 | 67.1 | 67.2 | 69.3 | 69.7  |
| 10:05:21 p.m.              | 67.5 | 73.0 | 67.0 | 70.6 | 72.6 | 69.5 | 75.1 | 70.4 | 73.0 | 67.1 | 67.3 | 69.6 | 70.2  |
| 11:05:21 p.m.              | 67.3 | 73.3 | 66.5 | 71.3 | 72.9 | 70.0 | 75.5 | 71.1 | 73.4 | 67.4 | 67.6 | 69.3 | 70.5  |
| Media                      | 69.3 | 71.6 | 66.0 | 70.4 | 73.0 | 70.5 | 75.8 | 72.3 | 74.2 | 67.9 | 67.6 | 67.7 |       |

| Hora / Mes<br>H. R. Ext. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 62.0 | 63.9 | 58.8 | 61.0 | 65.6 | 65.3 | 67.4 | 66.1 | 66.4 | 67.5 | 71.5 | 74.8 | 65.9  |
| 01:05:21 a.m.              | 62.2 | 64.2 | 59.2 | 61.4 | 66.0 | 65.7 | 67.7 | 66.1 | 66.8 | 68.1 | 72.1 | 75.6 | 66.2  |
| 02:05:21 a.m.              | 62.5 | 64.4 | 59.4 | 62.0 | 66.4 | 65.8 | 68.1 | 66.3 | 67.1 | 69.0 | 72.8 | 76.4 | 66.7  |
| 03:05:21 a.m.              | 62.7 | 64.4 | 59.8 | 62.6 | 66.8 | 66.0 | 68.4 | 66.6 | 67.7 | 69.2 | 73.9 | 77.0 | 67.1  |
| 04:05:21 a.m.              | 63.1 | 65.0 | 60.0 | 63.2 | 66.9 | 66.2 | 68.6 | 66.8 | 67.9 | 70.1 | 74.4 | 77.5 | 67.5  |
| 05:05:21 a.m.              | 63.3 | 65.4 | 59.7 | 63.6 | 66.8 | 66.3 | 68.3 | 67.1 | 68.1 | 70.7 | 75.3 | 78.0 | 67.7  |
| 06:05:21 a.m.              | 63.7 | 65.5 | 59.8 | 64.0 | 66.8 | 66.7 | 68.3 | 67.2 | 68.4 | 71.8 | 76.0 | 77.7 | 68.0  |
| 07:05:21 a.m.              | 63.8 | 65.8 | 59.9 | 63.8 | 66.7 | 66.9 | 68.2 | 67.2 | 68.7 | 72.3 | 76.7 | 77.2 | 68.1  |
| 08:05:21 a.m.              | 63.7 | 66.0 | 59.8 | 63.9 | 66.4 | 66.9 | 68.3 | 67.4 | 69.5 | 72.0 | 77.4 | 76.8 | 68.2  |
| 09:05:21 a.m.              | 63.5 | 66.0 | 59.8 | 64.1 | 66.4 | 67.0 | 68.3 | 67.5 | 69.6 | 72.9 | 77.8 | 76.7 | 68.3  |
| 10:05:21 a.m.              | 63.6 | 66.2 | 59.6 | 63.6 | 66.5 | 66.8 | 68.6 | 67.8 | 69.7 | 73.6 | 77.7 | 77.3 | 68.4  |
| 11:05:21 a.m.              | 63.2 | 66.0 | 59.5 | 62.6 | 65.9 | 66.7 | 67.8 | 67.3 | 69.2 | 73.2 | 77.9 | 77.8 | 68.1  |
| 12:05:21 p.m.              | 62.8 | 65.5 | 58.8 | 61.4 | 64.7 | 65.7 | 66.7 | 66.8 | 67.8 | 71.3 | 75.7 | 77.2 | 67.0  |
| 01:05:21 p.m.              | 62.4 | 64.6 | 58.7 | 60.9 | 63.8 | 65.3 | 66.1 | 66.2 | 66.7 | 67.8 | 71.7 | 75.7 | 65.8  |
| 02:05:21 p.m.              | 61.6 | 63.7 | 58.2 | 60.2 | 63.5 | 64.5 | 65.3 | 65.2 | 65.4 | 64.3 | 66.8 | 72.2 | 64.2  |
| 03:05:21 p.m.              | 61.0 | 63.0 | 57.5 | 60.0 | 63.1 | 64.1 | 65.3 | 64.1 | 64.1 | 61.9 | 63.0 | 69.5 | 63.0  |
| 04:05:21 p.m.              | 60.6 | 62.3 | 56.8 | 59.6 | 62.0 | 63.6 | 65.2 | 63.7 | 63.7 | 59.8 | 59.9 | 66.4 | 62.0  |
| 05:05:21 p.m.              | 60.3 | 61.9 | 56.9 | 59.3 | 61.8 | 63.4 | 65.2 | 63.7 | 63.2 | 58.0 | 57.9 | 64.1 | 61.3  |
| 06:05:21 p.m.              | 60.2 | 61.8 | 56.9 | 59.5 | 62.2 | 63.1 | 64.8 | 63.9 | 63.0 | 57.9 | 59.2 | 63.6 | 61.4  |
| 07:05:21 p.m.              | 60.5 | 61.7 | 56.9 | 59.9 | 62.4 | 62.9 | 65.2 | 63.8 | 62.8 | 58.0 | 59.8 | 64.9 | 61.6  |
| 08:05:21 p.m.              | 60.6 | 61.5 | 57.3 | 60.3 | 62.7 | 62.8 | 65.6 | 63.7 | 63.0 | 59.1 | 62.2 | 67.3 | 62.2  |
| 09:05:21 p.m.              | 61.3 | 62.0 | 57.7 | 61.1 | 62.9 | 63.3 | 66.1 | 64.1 | 63.3 | 62.7 | 65.0 | 69.7 | 63.3  |
| 10:05:21 p.m.              | 62.3 | 62.9 | 58.4 | 61.8 | 63.9 | 63.7 | 66.9 | 64.9 | 64.2 | 66.1 | 68.5 | 73.1 | 64.7  |
| 11:05:21 p.m.              | 62.8 | 63.6 | 59.3 | 62.3 | 64.2 | 64.1 | 67.3 | 65.2 | 65.1 | 67.2 | 69.6 | 74.3 | 65.4  |
| Media                      | 62.2 | 64.0 | 58.7 | 61.8 | 64.8 | 65.1 | 67.0 | 65.8 | 66.3 | 66.9 | 70.1 | 73.4 |       |

FUENTE: Hobo N° 15 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### **4.6.11 Interpretación de los valores de temperatura y humedad media según hora-mes de la sala**

##### **4.6.11.1 Temperatura y humedad relativa media interior hora-mes**

La temperatura más alta se presenta de las 06:05 a las 08:05 p.m. con 26.90°C, la más baja con 26.00°C de las 08:05 a.m. a las 10:05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 21.20°C, y con la más alta es agosto con 30.40°C.

La humedad relativa más alta es de 71.80% y se presenta de las 09:05 a.m. a las 10:05 a.m., asimismo la más baja es de 68.80% de las 05:05 p.m. a las 06:05 p.m.

El mes con humedad relativa más baja es marzo con 66.00%, y con la más alta es julio con 75.80%.

##### **4.6.11.2 Temperatura y humedad relativa media exterior hora-mes**

La temperatura más alta es de 27.80°C y se da a las 07:05 p.m., asimismo la más baja con 26.00°C de las 09.05 a.m. a las 11:05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 26.60°C, y con la más alta es agosto con 30.50°C.

La humedad relativa más alta es de 68.40% y se refleja a las 10:05 a.m., asimismo la más baja es de 61.30% a las 05:05 p.m.

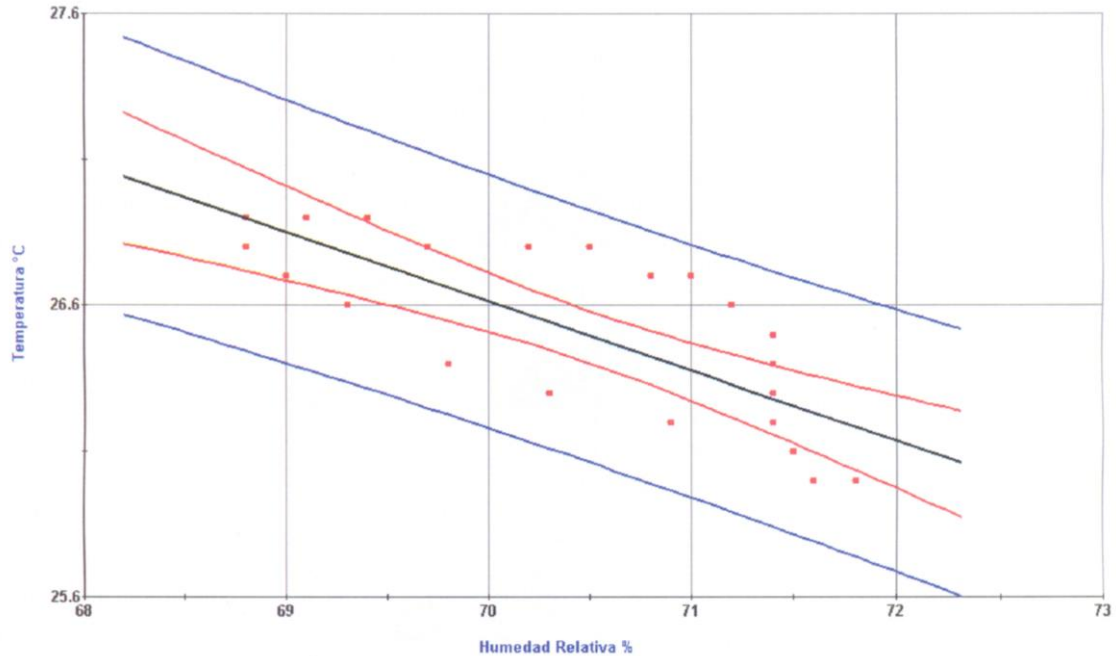
El mes con humedad relativa más baja es marzo con 58.70% y con la más alta es diciembre con 73.40%.

Datos extraídos de las tablas N° 41 y 42.

#### 4.6.12 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media interior según hora-mes en la sala en 2014

Gráfico N° 82

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media interior



FUENTE: Software G-STATS STUDENT (2015). Gestiona: Elaboración Propia.

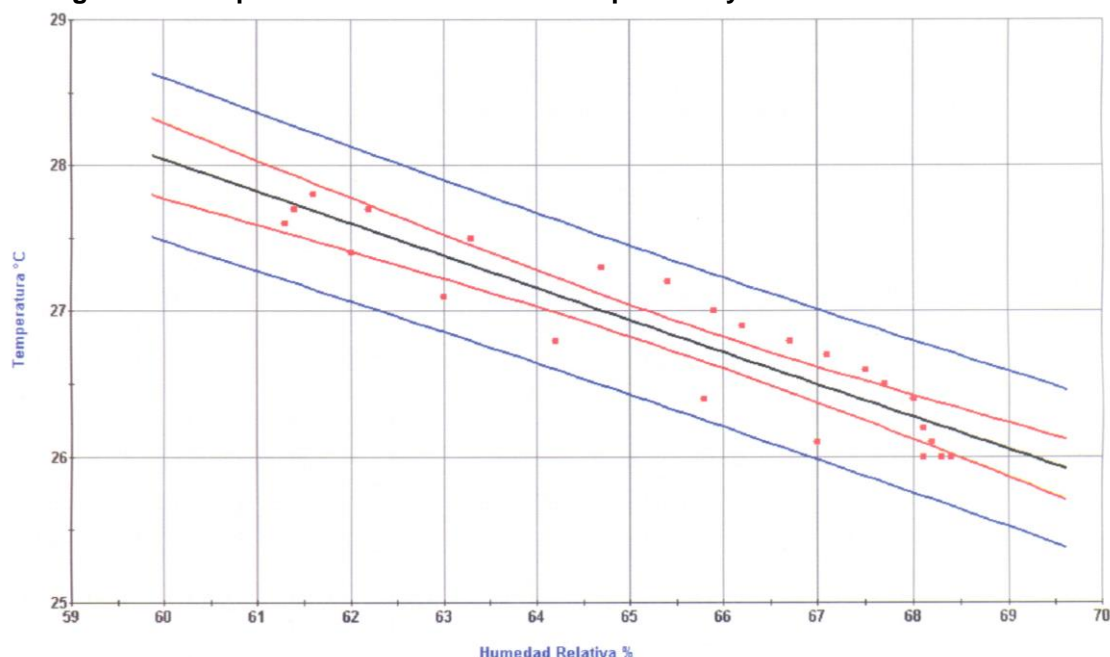
En el gráfico N° 82 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 70.50              | 26.40          |
| Mediana                    | 70.80              | 26.50          |
| Moda                       | 71.40              | 26.80          |
| Media Geométrica           | 70.50              | 26.40          |
| Varianza                   | 1.00               | 0.10           |
| Desviación Típica          | 1.00               | 0.30           |
| Error Estándar de la Media | 0.20               | 0.00           |
| Mínimo                     | 68.80              | 26.00          |
| Máximo                     | 71.80              | 26.90          |

#### 4.6.13 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media exterior según hora-mes en 2014

Gráfico N° 83

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media exterior



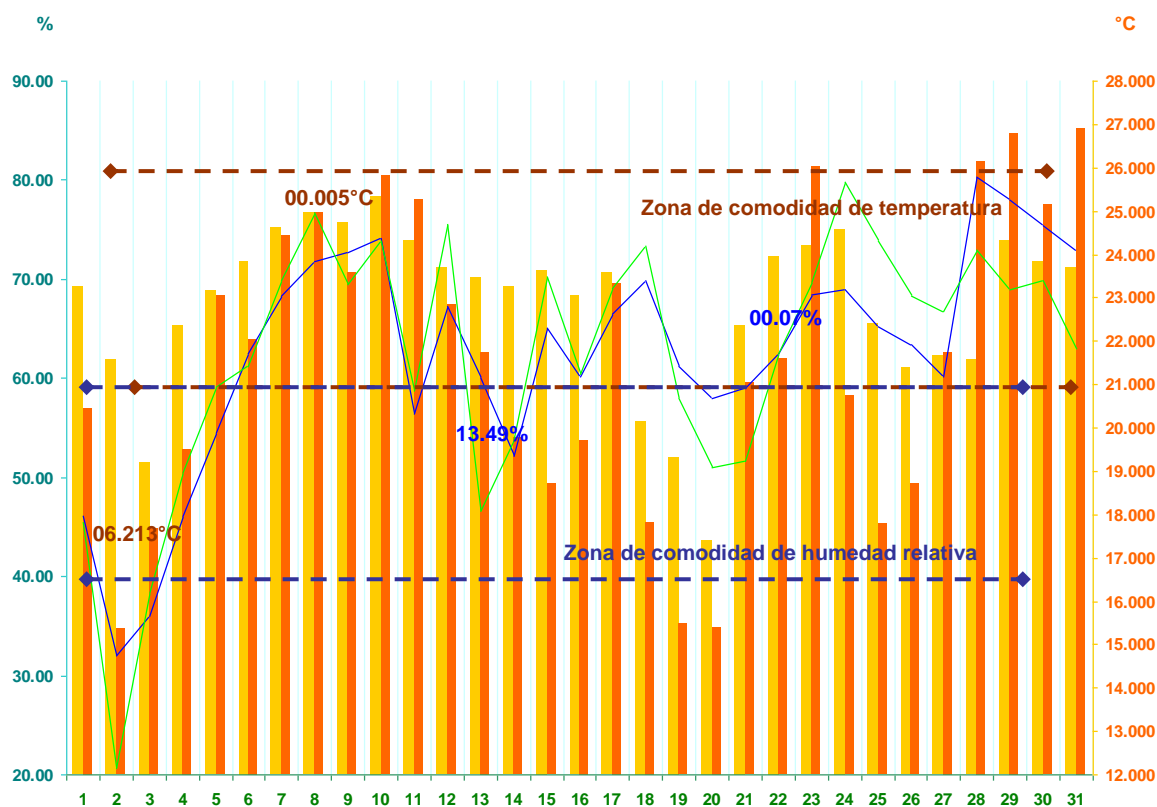
FUENTE: Software G-STATS STUDENT (2015). Gestiona: Elaboración Propia.

En el gráfico N° 83 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 65.50              | 26.80          |
| Mediana                    | 66.00              | 26.80          |
| Moda                       | 68.10              | 26.00          |
| Media Geométrica           | 65.40              | 26.80          |
| Varianza                   | 6.30               | 0.30           |
| Desviación Típica          | 2.50               | 0.60           |
| Error Estándar de la Media | 0.50               | 0.10           |
| Mínimo                     | 61.30              | 26.00          |
| Máximo                     | 68.40              | 27.80          |

#### 4.6.14 Análisis higrotérmicos de la recámara en enero, 2014

Gráfico N° 84  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Vivienda común N° 16 en la recámara enero de 2014



FUENTE: Hobo N° 16 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 23.431°C                  |
| Límite superior                       | 25.931°C                  |
| Límite inferior                       | 20.931°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 27                        |
| Días demasía de temperatura           | 0                         |
| Días pérdida de temperatura           | 4                         |
| Ampliación mínima de temperatura      | 00.005°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 06.213°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 7                         |
| Días demasía de humedad relativa      | 22                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 2                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 00.07%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 13.49%                    |

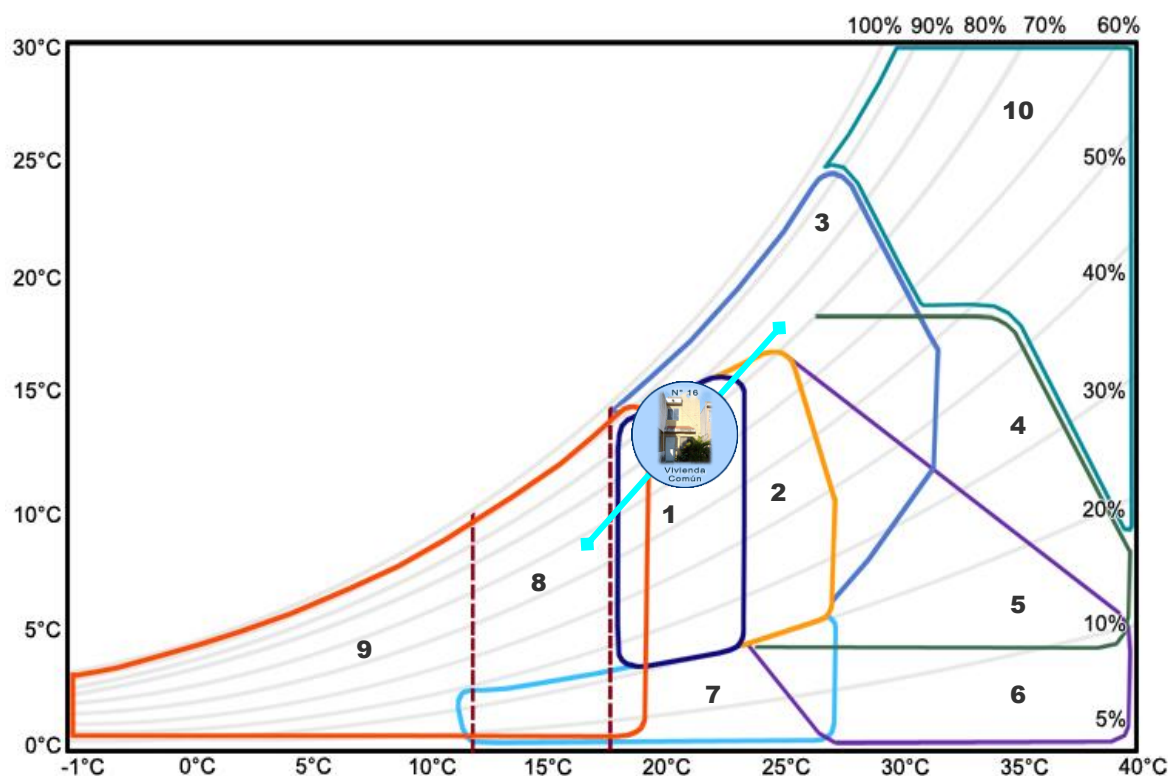
Tabla N° 43  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda común N° 16 en la recámara enero de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Días     | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|----------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| 1        | Comodidad                 | 23.252         | 20.446         | Comodidad                   | 46.09            | 45.47            |
| 2        | Comodidad                 | 21.567         | 15.355         | Pérdida                     | 32.00            | 20.71            |
| 3        | Pérdida                   | 19.200         | 17.668         | Pérdida                     | 36.00            | 38.37            |
| 4        | Comodidad                 | 22.370         | 19.492         | Comodidad                   | 46.13            | 50.44            |
| 5        | Comodidad                 | 23.150         | 23.040         | Comodidad                   | 54.47            | 59.07            |
| 6        | Comodidad                 | 23.830         | 22.028         | Demasia                     | 62.43            | 61.14            |
| 7        | Comodidad                 | 24.602         | 24.425         | Demasia                     | 68.28            | 69.87            |
| 8        | Comodidad                 | 24.960         | 24.955         | Demasia                     | 71.78            | 76.64            |
| 9        | Comodidad                 | 24.730         | 23.571         | Demasia                     | 72.64            | 69.50            |
| 10       | Comodidad                 | <b>25.329</b>  | 25.805         | Demasia                     | <b>74.06</b>     | 73.80            |
| 11       | Comodidad                 | 24.310         | 25.255         | Comodidad                   | 56.46            | 58.78            |
| 12       | Comodidad                 | 23.685         | 22.836         | Demasia                     | 67.28            | 75.59            |
| 13       | Comodidad                 | 23.440         | 21.733         | Demasia                     | 60.05            | 46.56            |
| 14       | Comodidad                 | 23.244         | 19.770         | Comodidad                   | 52.15            | 53.84            |
| 15       | Comodidad                 | 23.640         | 18.698         | Demasia                     | 65.08            | 70.22            |
| 16       | Comodidad                 | 23.027         | 19.702         | Demasia                     | 60.20            | 60.46            |
| 17       | Comodidad                 | 23.567         | 23.330         | Demasia                     | 66.43            | 69.02            |
| 18       | Pérdida                   | 20.150         | 17.825         | Demasia                     | 69.83            | 73.30            |
| 19       | Pérdida                   | 19.320         | 15.486         | Demasia                     | 61.15            | 57.94            |
| 20       | Pérdida                   | <b>17.410</b>  | 15.385         | Comodidad                   | <b>58.02</b>     | 51.00            |
| 21       | Comodidad                 | 22.358         | 21.029         | Comodidad                   | 59.00            | 51.69            |
| 22       | Comodidad                 | 23.954         | 21.590         | Demasia                     | 62.51            | 62.44            |
| 23       | Comodidad                 | 24.180         | 26.020         | Demasia                     | 68.45            | 69.75            |
| 24       | Comodidad                 | 24.564         | 20.751         | Demasia                     | 69.01            | 79.78            |
| 25       | Comodidad                 | 22.386         | 17.776         | Demasia                     | 65.17            | 73.91            |
| 26       | Comodidad                 | 21.390         | 18.698         | Demasia                     | 63.40            | 68.36            |
| 27       | Comodidad                 | 21.662         | 21.733         | Demasia                     | 60.13            | 66.81            |
| 28       | Comodidad                 | 21.552         | 26.130         | Demasia                     | 80.38            | 72.94            |
| 29       | Comodidad                 | 24.317         | 26.796         | Demasia                     | 77.94            | 68.94            |
| 30       | Comodidad                 | 23.826         | 25.149         | Demasia                     | 75.35            | 69.87            |
| 31       | Comodidad                 | 23.695         | 26.899         | Demasia                     | 72.82            | 62.84            |
| T. Media |                           | <b>22.860</b>  | <b>21.593</b>  | H. R. Media                 | <b>62.41</b>     | <b>62.23</b>     |

**FUENTE:** Hobo N° 16 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.



Gráfico N° 85  
Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para enero de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

#### Variables

Vivienda

Área

Enero y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 17.410°C – 58.02%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

#### Temperatura y humedad relativa interior

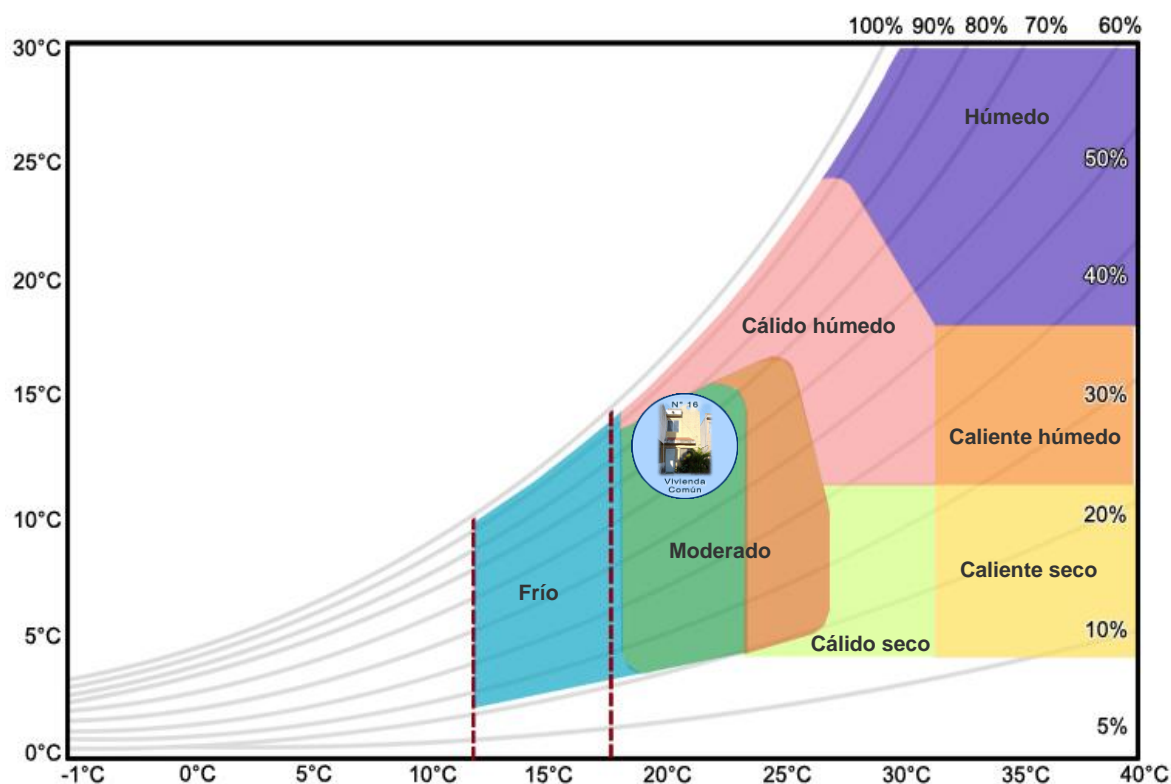
Común N° 16

Recámara principal

T. Máxima con su correspondiente H. R. = 25.329°C – 74.06%

|    |
|----|
| 1  |
| 2  |
| 3  |
| 4  |
| 5  |
| 6  |
| 7  |
| 8  |
| 9  |
| 10 |

Gráfico N° 86  
Clasificación higrotérmica enero de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Variables               | Temperatura y humedad relativa interior |
| Vivienda                | Común N° 16                             |
| Área                    | Recámara principal                      |
| Enero                   | Moderado                                |
| Clasificación climática |   |
| <b>Moderado</b>         |   |
| Cálido Húmedo           |   |
| Húmedo                  |   |
| Caliente húmedo         |   |
| Caliente seco           |   |
| Cálido seco             |   |
| Frío                    |   |

#### 4.6.15 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 84 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 23.40°C con un límite superior de 25.90°C y un límite inferior de 20.90°C. Presenta un total de 27 días de comodidad, 0 de demasía, y 4 de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 0.00°C, y la máxima es de 6.20°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 7 días de comodidad, 22 de demasía y 2 de pérdida de humedad relativa. La ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 0.10%, y la máxima es de 13.50%.

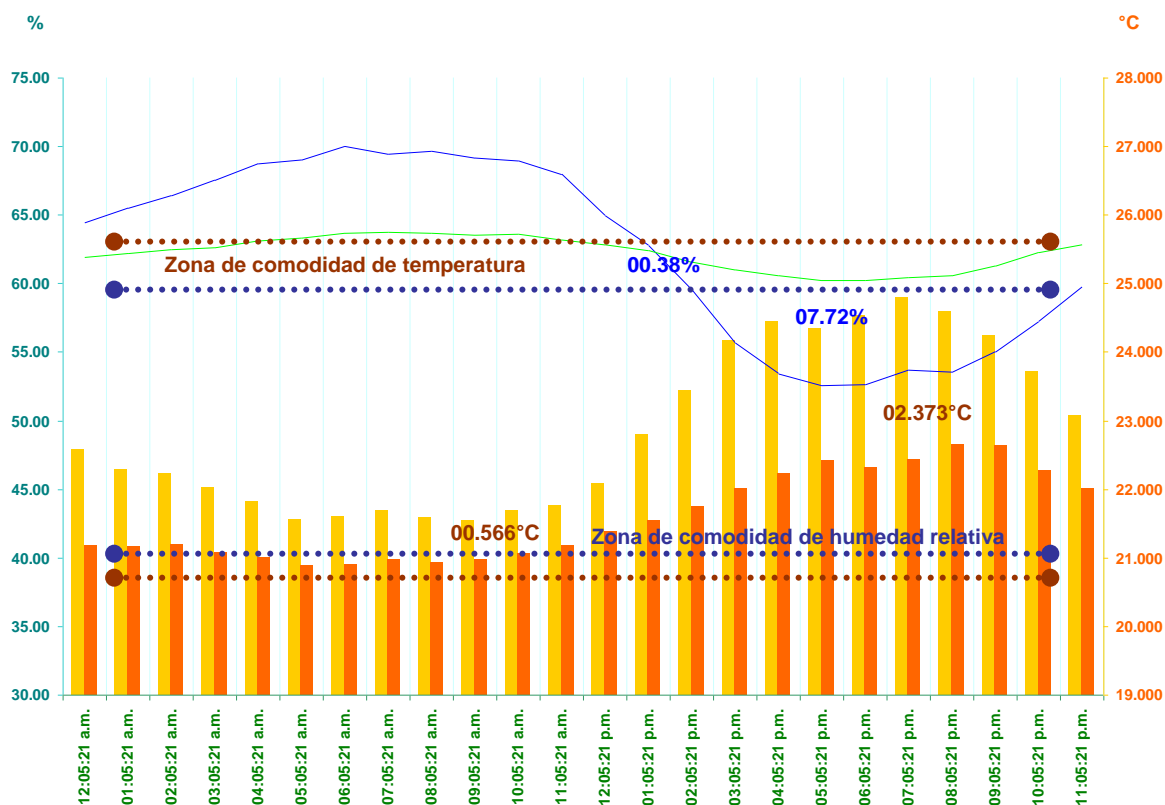
La temperatura media es de 22.90°C al interior, al exterior es de 21.60°C, y la humedad relativa media interior es de 62.40% y al exterior es de 62.20%, según tabla N° 43.

Las recomendaciones surgidas de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior del gráfico N° 85 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 43, son las siguientes: Se encuentra en la zona de comodidad en invierno, requiere una buena ventilación cruzada y persuade a mejor ganancia interna.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 86 de Lechner (2001), es un espacio moderado.

## 4.6.16 Análisis higrotérmico del día típico de la recámara en enero, 2014

Gráfico N° 87

Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Día típico de la vivienda común N° 16 en la recámara enero de 2014

FUENTE: Hobo N° 16 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Temperatura interior                    | Humedad relativa interior |
| Temperatura Exterior                    | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                     | 23.431°C                  |
| Límite superior                         | 25.931°C                  |
| Límite inferior                         | 20.931°C                  |
| Horas comodidad de temperatura          | 24                        |
| Horas demasía de temperatura            | 0                         |
| Horas pérdida de temperatura            | 0                         |
| Oscilación de temperatura interior      | 03.252°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior      | 01.778°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura        | 00.566°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura        | 02.373°C                  |
| Humedad relativa neutral                | 50.00%                    |
| Límite superior                         | 60.00%                    |
| Límite inferior                         | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa     | 10                        |
| Horas demasía de humedad relativa       | 14                        |
| Horas pérdida de humedad relativa       | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior | 17.49%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior | 03.57%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa   | 00.38%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa   | 07.72%                    |

Tabla N° 44  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico de la vivienda común N° 16 en la recámara enero 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior          | T. Exterior   | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior      | H. R. Exterior |
|---------------|---------------------------|----------------------|---------------|-----------------------------|---------------------|----------------|
| 12:05:21 a.m. | Comodidad                 | 22.587               | 21.185        | Demasia                     | 64.47               | 61.95          |
| 01:05:21 a.m. | Comodidad                 | 22.293               | 21.167        | Demasia                     | 65.49               | 62.17          |
| 02:05:21 a.m. | Comodidad                 | 22.232               | 21.189        | Demasia                     | 66.41               | 62.50          |
| 03:05:21 a.m. | Comodidad                 | 22.030               | 21.075        | Demasia                     | 67.58               | 62.65          |
| 04:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.826               | 21.013        | Demasia                     | 68.78               | 63.12          |
| 05:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.564               | <b>20.885</b> | Demasia                     | 69.04               | 63.32          |
| 06:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.597               | 20.900        | Demasia                     | <b>70.03</b>        | 63.66          |
| 07:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.682               | 20.988        | Demasia                     | 69.46               | <b>63.78</b>   |
| 08:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.587               | 20.929        | Demasia                     | 69.66               | 63.70          |
| 09:05:21 a.m. | Comodidad                 | <u><b>21.545</b></u> | <u>20.979</u> | Demasia                     | 69.14               | 63.52          |
| 10:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.685               | 21.069        | Demasia                     | 68.95               | 63.60          |
| 11:05:21 a.m. | Comodidad                 | 21.768               | 21.174        | Demasia                     | 67.96               | 63.20          |
| 12:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.078               | 21.391        | Demasia                     | 64.91               | 62.84          |
| 01:05:21 p.m. | Comodidad                 | 22.791               | 21.544        | Demasia                     | <u>62.78</u>        | <u>62.40</u>   |
| 02:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.445               | 21.736        | Comodidad                   | 59.55               | 61.57          |
| 03:05:21 p.m. | Comodidad                 | 24.181               | 22.007        | Comodidad                   | 55.64               | 61.00          |
| 04:05:21 p.m. | Comodidad                 | 24.449               | 22.237        | Comodidad                   | 53.39               | 60.58          |
| 05:05:21 p.m. | Comodidad                 | 24.337               | 22.421        | Comodidad                   | <u><b>52.54</b></u> | <u>60.26</u>   |
| 06:05:21 p.m. | Comodidad                 | 24.541               | 22.322        | Comodidad                   | 52.66               | <b>60.21</b>   |
| 07:05:21 p.m. | Comodidad                 | <u><b>24.797</b></u> | <u>22.424</u> | Comodidad                   | 53.73               | 60.47          |
| 08:05:21 p.m. | Comodidad                 | 24.590               | <b>22.663</b> | Comodidad                   | 53.55               | 60.57          |
| 09:05:21 p.m. | Comodidad                 | 24.249               | 22.642        | Comodidad                   | 55.02               | 61.31          |
| 10:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.712               | 22.270        | Comodidad                   | 57.28               | 62.29          |
| 11:05:21 p.m. | Comodidad                 | 23.078               | 22.016        | Comodidad                   | 59.78               | 62.81          |
|               | T. Media                  | <b>22.860</b>        | <b>21.593</b> | H. R. Media                 | <b>62.41</b>        | <b>62.23</b>   |

**FUENTE:** Hobo N° 16 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.6.17 Interpretación de gráfico higrotérmico

El gráfico N° 87 de las zonas de comodidad constante del día típico presenta una temperatura neutral de 23.40°C, con límite superior de +2.50°C y un límite inferior de -2.50°C. Con 24 horas dentro de la franja de comodidad de temperatura.

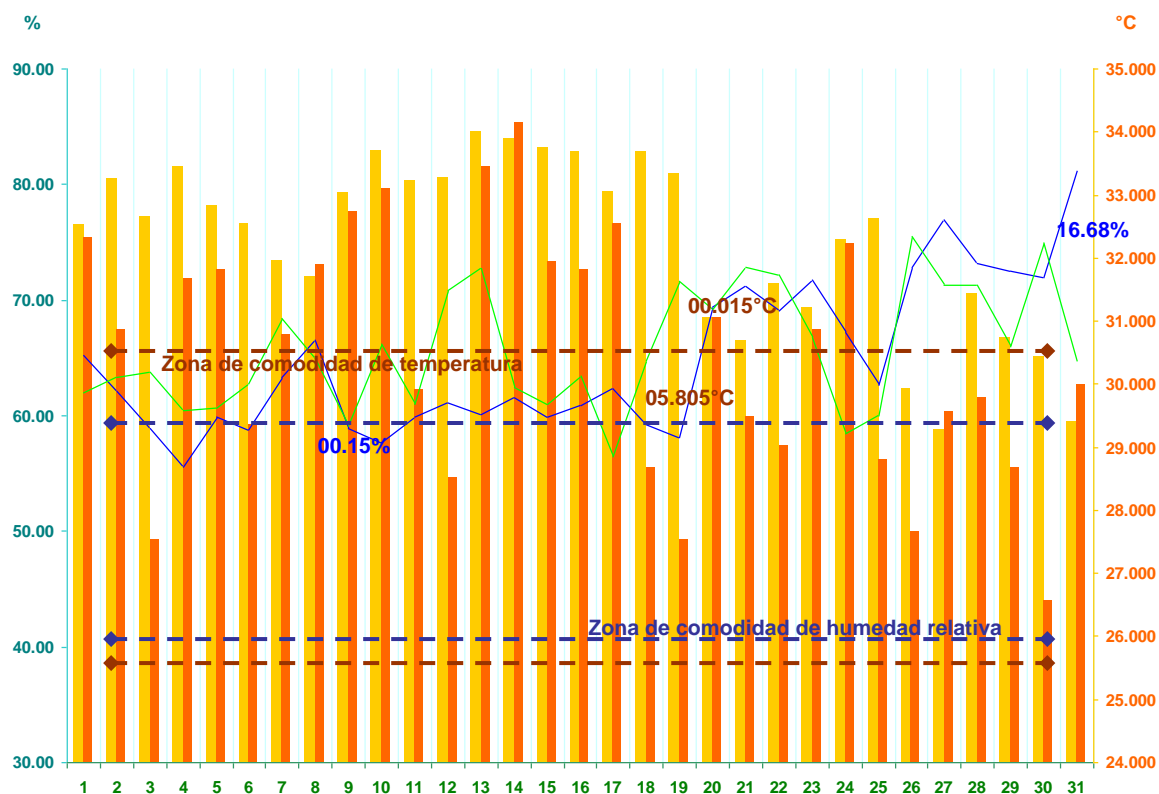
La oscilación de temperatura interior es de 3.30°C y la exterior de 1.80°C. Su ampliación mínima de temperatura es de 0.60°C y la máxima de 2.40°C, marcados en la tabla N° 44.

La humedad relativa de comodidad es de 50.00% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 10 horas de comodidad y 14 de demasía de humedad relativa, con una oscilación interior de 17.50% y exterior de 3.60%, la ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 0.40% y la máxima es de 7.70%.

La temperatura media interior es de 22.90°C, la exterior de 21.60°C, la humedad relativa media interior es de 62.40%, y la exterior es de 62.20% como se expresan en la tabla N° 44.

#### 4.6.18 Análisis higrotérmico de la recámara en agosto, 2014

Gráfico N° 88  
Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Vivienda común N° 16 en la recámara agosto de 2014



FUENTE: Hobo N° 16 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                  | Humedad relativa interior |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Temperatura Exterior                  | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                   | 28.165°C                  |
| Límite superior                       | 30.665°C                  |
| Límite inferior                       | 25.665°C                  |
| Días comodidad de temperatura         | 4                         |
| Días demasía de temperatura           | 27                        |
| Días pérdida de temperatura           | 0                         |
| Ampliación mínima de temperatura      | 00.015°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura      | 05.805°C                  |
| Humedad relativa neutral              | 50.00%                    |
| Límite superior                       | 60.00%                    |
| Límite inferior                       | 40.00%                    |
| Días comodidad de humedad relativa    | 10                        |
| Días demasía de humedad relativa      | 21                        |
| Días pérdida de humedad relativa      | 0                         |
| Ampliación mínima de humedad relativa | 00.15%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa | 16.68%                    |

Tabla N° 45  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Vivienda común N° 16 en la recámara agosto de 2014**  
**Zona de comodidad constante**

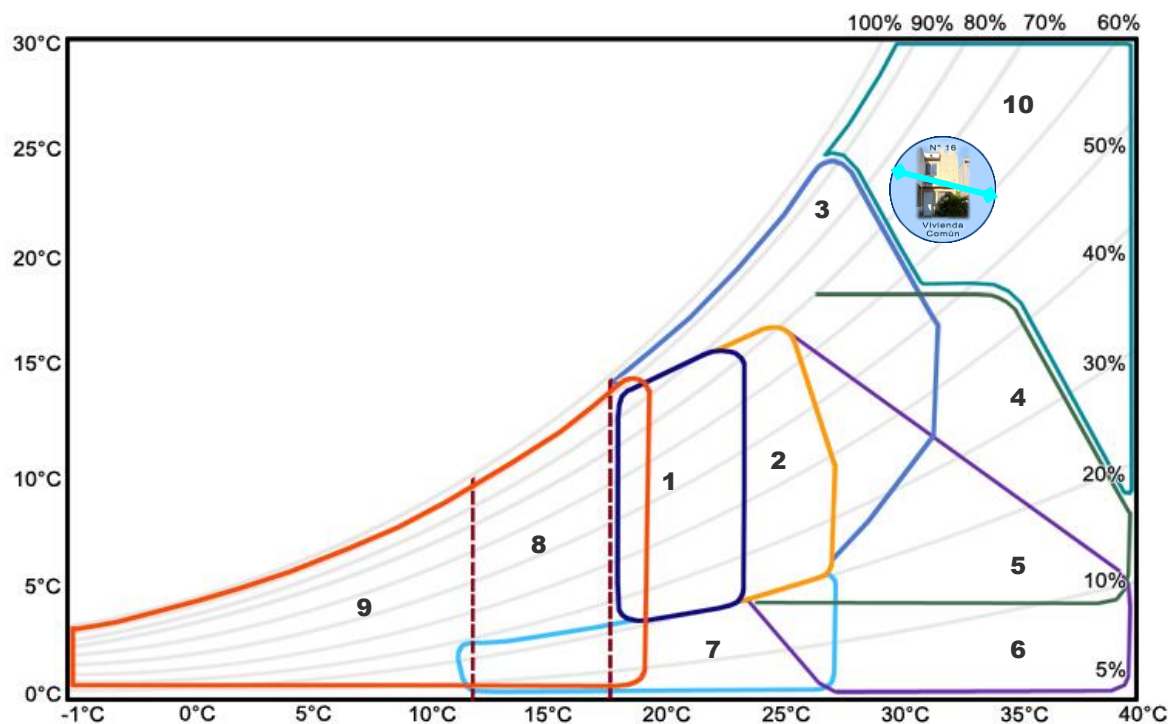
| Días     | Calificación Ambiental T. | T. Interior °C | T. Exterior °C | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior % | H. R. Exterior % |
|----------|---------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|------------------|------------------|
| 1        | Demasia                   | 32.531         | 32.314         | Demasia                     | 65.21            | 61.98            |
| 2        | Demasia                   | 33.262         | 30.857         | Demasia                     | 62.07            | 63.29            |
| 3        | Demasia                   | 32.649         | 27.540         | Comodidad                   | 58.95            | 63.82            |
| 4        | Demasia                   | 33.434         | 31.674         | Comodidad                   | 55.62            | 60.49            |
| 5        | Demasia                   | 32.819         | 31.820         | Comodidad                   | 59.94            | 60.64            |
| 6        | Demasia                   | 32.538         | 29.361         | Comodidad                   | 58.82            | 62.79            |
| 7        | Demasia                   | 31.955         | 30.778         | Demasia                     | 63.35            | 68.47            |
| 8        | Demasia                   | 31.699         | 31.903         | Demasia                     | 66.51            | 64.96            |
| 9        | Demasia                   | 33.035         | 32.737         | Comodidad                   | 58.92            | 59.07            |
| 10       | Demasia                   | 33.701         | 33.084         | Comodidad                   | 57.68            | 66.24            |
| 11       | Demasia                   | 33.222         | 29.912         | Comodidad                   | 59.86            | 61.05            |
| 12       | Demasia                   | 33.281         | 28.503         | Demasia                     | 61.15            | 70.83            |
| 13       | Demasia                   | <b>34.012</b>  | 33.446         | Demasia                     | <b>60.06</b>     | 72.73            |
| 14       | Demasia                   | 33.877         | 34.155         | Demasia                     | 61.54            | 62.44            |
| 15       | Demasia                   | 33.742         | 31.927         | Comodidad                   | 59.89            | 60.97            |
| 16       | Demasia                   | 33.688         | 31.820         | Demasia                     | 60.85            | 63.42            |
| 17       | Demasia                   | 33.050         | 32.554         | Demasia                     | 62.33            | 56.43            |
| 18       | Demasia                   | 33.678         | 28.671         | Comodidad                   | 59.23            | 64.81            |
| 19       | Demasia                   | 33.345         | 27.540         | Comodidad                   | 58.11            | 71.65            |
| 20       | Demasia                   | 31.037         | 31.052         | Demasia                     | 69.37            | 69.22            |
| 21       | Demasia                   | 30.681         | 29.478         | Demasia                     | 71.18            | 72.87            |
| 22       | Demasia                   | 31.592         | 29.005         | Demasia                     | 69.10            | 72.14            |
| 23       | Demasia                   | 31.205         | 30.857         | Demasia                     | 71.72            | 66.81            |
| 24       | Demasia                   | 32.284         | 32.224         | Demasia                     | 67.20            | 58.48            |
| 25       | Demasia                   | 32.631         | 28.783         | Demasia                     | 62.62            | 59.95            |
| 26       | Comodidad                 | 29.930         | 27.652         | Demasia                     | 72.82            | 75.47            |
| 27       | Comodidad                 | <b>29.286</b>  | 29.553         | Demasia                     | <b>76.92</b>     | 71.34            |
| 28       | Demasia                   | 31.437         | 29.787         | Demasia                     | 73.16            | 71.34            |
| 29       | Demasia                   | 30.745         | 28.671         | Demasia                     | 72.53            | 66.01            |
| 30       | Comodidad                 | 30.427         | 26.554         | Demasia                     | 72.01            | 74.98            |
| 31       | Comodidad                 | 29.393         | 29.987         | Demasia                     | 81.29            | 64.61            |
| T. Media |                           | <b>32.263</b>  | <b>30.458</b>  | H. R. Media                 | <b>64.84</b>     | <b>65.78</b>     |

**FUENTE:** Hobo N° 16 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.



### Gráfico N° 89

#### Estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior para agosto de 2014



**FUENTE:** Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Variables

Vivienda

Área

Agosto y su línea climática

T. Mínima con su correspondiente H. R. = 29.286°C – 76.92%

Estrategias de habitabilidad térmica interior

Zona de comodidad en invierno

Zona de comodidad en verano

Ventilación cruzada

Mayor inercia térmica

Mayor inercia térmica con ventilación nocturna

Refrescar por evaporación

Humidificación

Ganancia interna

Calentamiento solar activo y pasivo

Deshumidificación

Temperatura y humedad relativa interior

Común N° 16

Recámara principal



T. Máxima con su correspondiente H. R. = 34.012°C – 60.06%

1

2

3

4

5

6

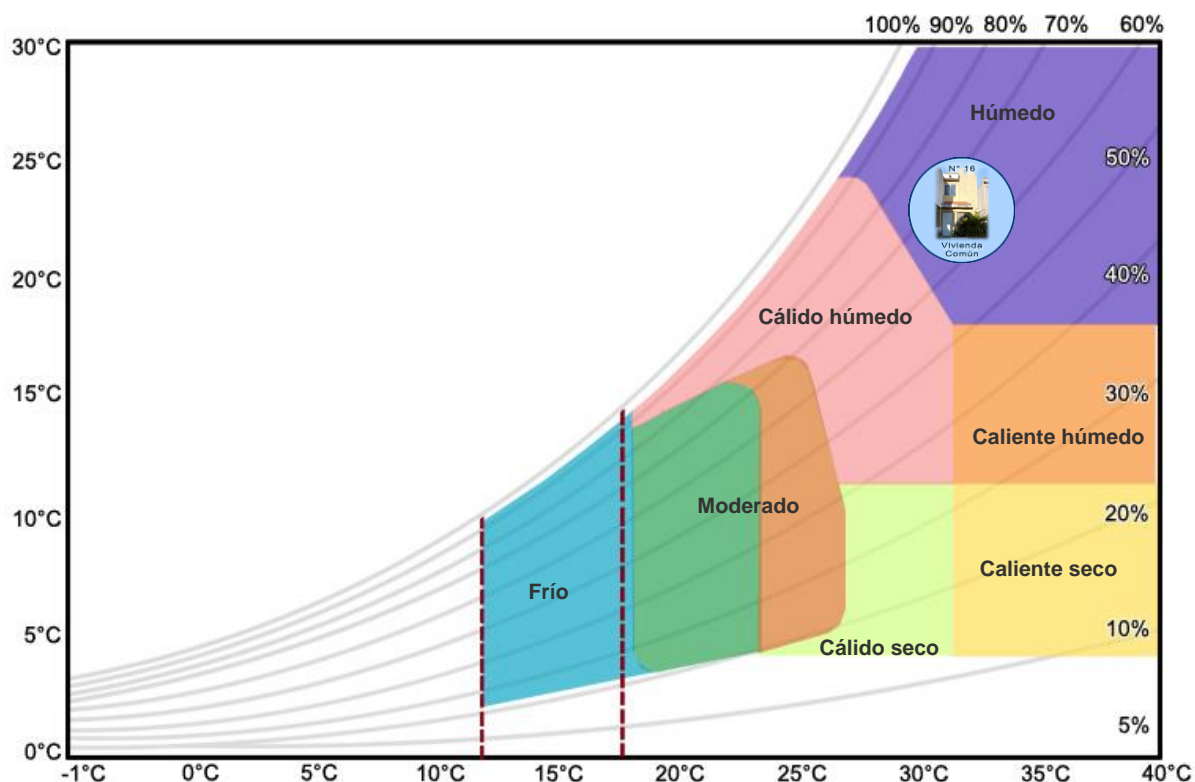
7

8

9

10

Gráfico N° 90  
Clasificación higrotérmica agosto de 2014



FUENTE: Lechner, Norbert. (2001). Gráfico adaptativo: Elaboración Propia.

Variables

Vivienda

Área

Agosto

Clasificación climática

Moderado

Cálido Húmedo

Húmedo

Caliente húmedo

Caliente seco

Cálida seco

Frío

Temperatura y humedad relativa interior

Común N° 16

Recámara principal

Húmedo

#### 4.6.19 Interpretación de los gráficos higrotérmicos

En el gráfico N° 88 de las zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa, la temperatura neutral es de 28.20°C con un límite superior de 30.70°C y un límite inferior de 25.70°C. Presenta un total de 4 días de comodidad, 27 de demasía, y 0 de pérdida de temperatura. La ampliación mínima de temperatura entre la interior y la exterior es de 0.00°C, y la máxima es de 5.80°C.

La humedad relativa de comodidad es del 50.00% con un límite superior del 60.00% y un límite inferior del 40.00%, dando como resultado 10 días de comodidad, 21 de demasía y 0 de pérdida de humedad relativa. El diferencial de ampliación mínima de humedad relativa con respecto al interior y el exterior es de 0.10%, y la máxima es de 16.70%.

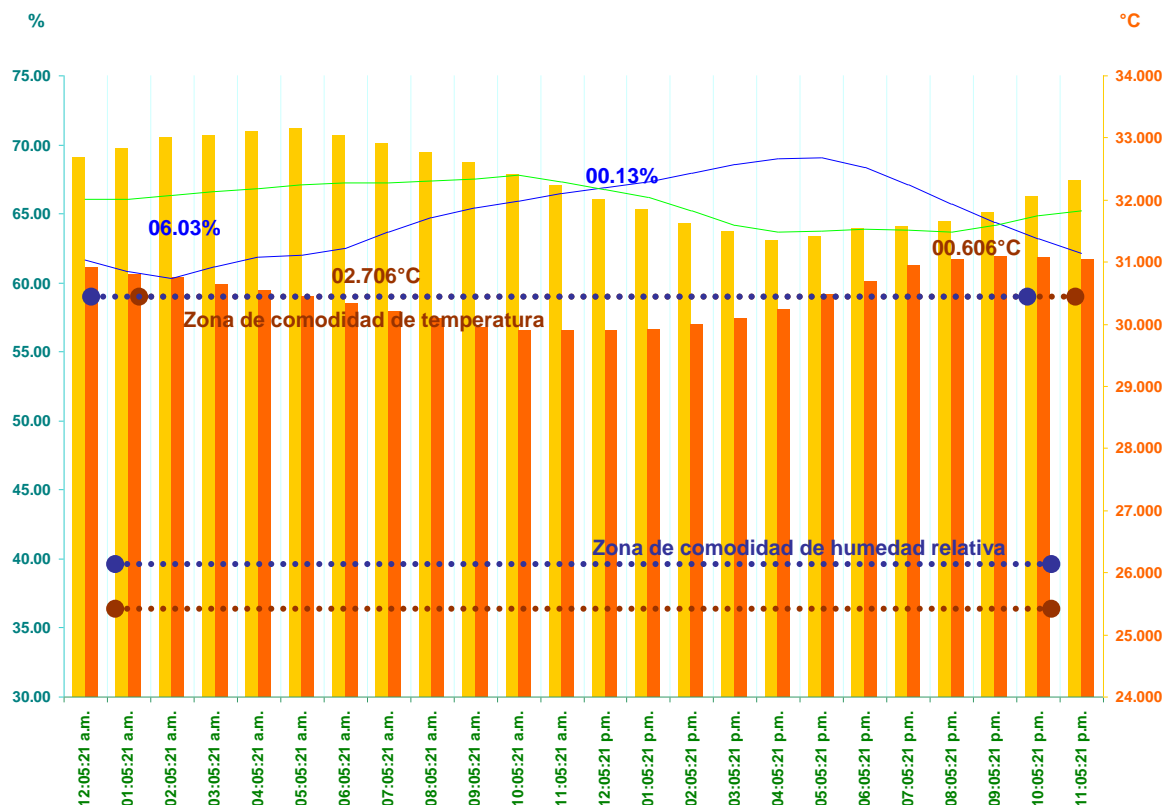
La temperatura media es de 32.30°C al interior, al exterior es de 30.50°C, y la humedad relativa media interior es de 64.80% y al exterior es de 65.80%, según tabla N° 45.

Las recomendaciones emergidas de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica interior del gráfico N° 89 de Lechner (2001), con respecto a su línea climática y con base a la temperatura mínima mensual y su correspondiente humedad relativa, así como a la temperatura máxima mensual y su correspondiente humedad relativa presentadas con negrillas en la tabla N° 45, son las siguientes: Demanda deshumidificación en la recámara en agosto.

Con respecto a la clasificación higrotérmica del gráfico N° 90 de Lechner (2001), es un espacio húmedo.

## 4.6.20 Análisis higrotérmico del día típico de la recámara en agosto, 2014

Gráfico N° 91

Zonas de comodidad constante de temperatura y humedad relativa  
Día típico de la vivienda común N° 16 en la recámara agosto de 2014

FUENTE: Hobo N° 16 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

| Temperatura interior                    | Humedad relativa interior |
|---|---------------------------|
| Temperatura Exterior                    | Humedad relativa exterior |
| Temperatura neutral                     | 28.165°C                  |
| Límite superior                         | 30.665°C                  |
| Límite inferior                         | 25.665°C                  |
| Horas comodidad de temperatura          | 0                         |
| Horas demasía de temperatura            | 24                        |
| Horas pérdida de temperatura            | 0                         |
| Oscilación de temperatura interior      | 01.805°C                  |
| Oscilación de temperatura exterior      | 01.195°C                  |
| Ampliación mínima de temperatura        | 00.606°C                  |
| Ampliación máxima de temperatura        | 02.706°C                  |
| Humedad relativa neutral                | 50.00%                    |
| Límite superior                         | 60.00%                    |
| Límite inferior                         | 40.00%                    |
| Horas comodidad de humedad relativa     | 0                         |
| Horas demasía de humedad relativa       | 24                        |
| Horas pérdida de humedad relativa       | 0                         |
| Oscilación de humedad relativa interior | 08.75%                    |
| Oscilación de humedad relativa exterior | 04.17%                    |
| Ampliación mínima de humedad relativa   | 00.13%                    |
| Ampliación máxima de humedad relativa   | 06.03%                    |

Tabla N° 46  
**Calificación ambiental de temperatura y humedad relativa interior**  
**Día típico de la vivienda común N° 16 en la recámara agosto 2014**  
**Zona de comodidad constante**

| Hora          | Calificación Ambiental T. | T. Interior   | T. Exterior   | Calificación Ambiental H.R. | H. R. Interior | H. R. Exterior |
|---------------|---------------------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------|----------------|
| 12:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.682        | 30.908        | Demasia                     | 61.64          | 66.05          |
| 01:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.832        | 30.808        | Demasia                     | 60.82          | 66.07          |
| 02:05:21 a.m. | Demasia                   | 33.003        | 30.750        | Demasia                     | <b>60.30</b>   | <b>66.33</b>   |
| 03:05:21 a.m. | Demasia                   | 33.040        | 30.651        | Demasia                     | 61.16          | 66.61          |
| 04:05:21 a.m. | Demasia                   | 33.097        | 30.535        | Demasia                     | 61.85          | 66.84          |
| 05:05:21 a.m. | Demasia                   | <b>33.149</b> | 30.446        | Demasia                     | 62.04          | 67.07          |
| 06:05:21 a.m. | Demasia                   | <u>33.042</u> | <u>30.336</u> | Demasia                     | 62.48          | 67.21          |
| 07:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.917        | 30.214        | Demasia                     | 63.66          | 67.22          |
| 08:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.776        | 30.083        | Demasia                     | 64.74          | 67.39          |
| 09:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.608        | 29.954        | Demasia                     | 65.42          | 67.54          |
| 10:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.410        | 29.905        | Demasia                     | 65.90          | <b>67.82</b>   |
| 11:05:21 a.m. | Demasia                   | 32.230        | <b>29.898</b> | Demasia                     | 66.45          | 67.34          |
| 12:05:21 p.m. | Demasia                   | 32.012        | 29.905        | Demasia                     | <u>66.90</u>   | <u>66.77</u>   |
| 01:05:21 p.m. | Demasia                   | 31.837        | 29.922        | Demasia                     | 67.32          | 66.22          |
| 02:05:21 p.m. | Demasia                   | 31.626        | 29.991        | Demasia                     | 67.95          | 65.19          |
| 03:05:21 p.m. | Demasia                   | 31.496        | 30.093        | Demasia                     | 68.60          | 64.14          |
| 04:05:21 p.m. | Demasia                   | <b>31.344</b> | 30.247        | Demasia                     | 69.00          | 63.66          |
| 05:05:21 p.m. | Demasia                   | 31.407        | 30.469        | Demasia                     | <b>69.05</b>   | 63.72          |
| 06:05:21 p.m. | Demasia                   | 31.542        | 30.693        | Demasia                     | 68.39          | 63.86          |
| 07:05:21 p.m. | Demasia                   | 31.579        | 30.936        | Demasia                     | 67.08          | 63.85          |
| 08:05:21 p.m. | Demasia                   | <u>31.660</u> | <u>31.054</u> | Demasia                     | 65.71          | <b>63.65</b>   |
| 09:05:21 p.m. | Demasia                   | 31.799        | <b>31.093</b> | Demasia                     | 64.37          | 64.14          |
| 10:05:21 p.m. | Demasia                   | 32.066        | 31.080        | Demasia                     | 63.20          | 64.88          |
| 11:05:21 p.m. | Demasia                   | 32.309        | 31.046        | Demasia                     | 62.12          | 65.22          |
|               | T. Media                  | <b>32.269</b> | <b>30.459</b> | H. R. Media                 | <b>64.84</b>   | <b>65.78</b>   |

**FUENTE:** Hobo N° 16 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.6.21 Interpretación de gráfico higrotérmico

El gráfico N° 91 de las zonas de comodidad constante del día típico presenta una temperatura neutral de 28.20°C, con límite superior de +2.50°C y un límite inferior de -2.50°C. Con 24 horas de demasía de temperatura.

La oscilación de temperatura interior es de 1.80°C y la exterior de 1.20°C. Su ampliación mínima de temperatura es de 0.60°C y la máxima de 2.70°C, marcados en la tabla N° 46.

La humedad relativa de comodidad es de 50.00% y su límite superior es de +10.00% e inferior de -10.00%, presenta 24 horas de demasía de humedad relativa, con una oscilación interior de 8.70% y exterior de 4.20%, la ampliación con respecto a la interior y exterior mínima es de 0.10% y la máxima es de 6.00%.

La temperatura media interior es de 32.30°C, la exterior de 30.50°C, la humedad relativa media interior es de 64.80%, y la exterior es de 65.80% como se expresan en la tabla N° 46.

#### 4.6.22 Análisis de los valores de temperatura y humedad media según hora-mes de la recámara

Tabla N° 47  
Vivienda común N° 16 en la recámara en 2014  
Temperatura media según hora -mes

| Hora / Mes<br>T. Int. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 22.6 | 25.5 | 26.9 | 29.4 | 31.8 | 32.4 | 31.2 | 32.7 | 29.9 | 29.4 | 26.8 | 24.1 | 28.6  |
| 01:05:21 a.m.            | 22.3 | 25.4 | 26.7 | 29.2 | 31.7 | 32.2 | 31.1 | 32.8 | 30.1 | 29.2 | 26.7 | 24.2 | 28.5  |
| 02:05:21 a.m.            | 22.2 | 25.3 | 26.5 | 29.1 | 31.5 | 32.0 | 31.0 | 33.0 | 30.1 | 29.0 | 26.6 | 24.1 | 28.4  |
| 03:05:21 a.m.            | 22.0 | 25.2 | 26.3 | 29.0 | 31.4 | 31.9 | 30.9 | 33.0 | 30.1 | 28.8 | 26.4 | 24.0 | 28.2  |
| 04:05:21 a.m.            | 21.8 | 24.9 | 26.0 | 28.9 | 31.2 | 31.7 | 30.6 | 33.1 | 30.2 | 28.5 | 26.1 | 23.7 | 28.1  |
| 05:05:21 a.m.            | 21.6 | 24.7 | 25.8 | 28.7 | 31.0 | 31.5 | 30.5 | 33.1 | 30.2 | 28.3 | 25.9 | 23.5 | 27.9  |
| 06:05:21 a.m.            | 21.6 | 24.5 | 25.6 | 28.5 | 30.8 | 31.4 | 30.3 | 33.0 | 30.2 | 28.1 | 25.6 | 23.3 | 27.7  |
| 07:05:21 a.m.            | 21.7 | 24.3 | 25.3 | 28.3 | 30.7 | 31.2 | 30.2 | 32.9 | 30.2 | 28.0 | 25.4 | 23.1 | 27.6  |
| 08:05:21 a.m.            | 21.6 | 24.1 | 25.2 | 28.1 | 30.5 | 31.1 | 30.1 | 32.8 | 30.0 | 27.8 | 25.1 | 22.9 | 27.4  |
| 09:05:21 a.m.            | 21.5 | 24.0 | 25.2 | 28.1 | 30.4 | 31.0 | 30.0 | 32.6 | 29.9 | 27.6 | 25.0 | 22.8 | 27.3  |
| 10:05:21 a.m.            | 21.7 | 24.0 | 25.2 | 28.2 | 30.4 | 31.0 | 30.1 | 32.4 | 29.7 | 27.5 | 24.9 | 22.7 | 27.3  |
| 11:05:21 a.m.            | 21.8 | 23.9 | 25.3 | 28.2 | 30.5 | 31.0 | 30.1 | 32.2 | 29.5 | 27.5 | 24.9 | 22.7 | 27.3  |
| 12:05:21 p.m.            | 22.1 | 24.0 | 25.5 | 28.3 | 30.7 | 31.0 | 30.2 | 32.0 | 29.4 | 27.7 | 24.9 | 22.6 | 27.4  |
| 01:05:21 p.m.            | 22.8 | 24.3 | 25.8 | 28.4 | 30.9 | 31.1 | 30.3 | 31.8 | 29.2 | 28.0 | 25.2 | 22.7 | 27.5  |
| 02:05:21 p.m.            | 23.4 | 24.7 | 26.2 | 28.6 | 31.2 | 31.3 | 30.5 | 31.6 | 29.2 | 28.3 | 25.6 | 23.0 | 27.8  |
| 03:05:21 p.m.            | 24.2 | 25.0 | 26.7 | 28.9 | 31.5 | 31.6 | 30.7 | 31.5 | 29.1 | 28.7 | 26.0 | 23.3 | 28.1  |
| 04:05:21 p.m.            | 24.4 | 25.4 | 27.1 | 29.1 | 31.8 | 31.8 | 30.9 | 31.3 | 29.0 | 29.1 | 26.3 | 23.6 | 28.3  |
| 05:05:21 p.m.            | 24.3 | 25.8 | 27.4 | 29.3 | 32.0 | 32.0 | 31.2 | 31.4 | 28.9 | 29.2 | 26.7 | 23.9 | 28.5  |
| 06:05:21 p.m.            | 24.5 | 25.9 | 27.5 | 29.4 | 32.2 | 32.2 | 31.3 | 31.5 | 28.8 | 29.2 | 26.7 | 24.1 | 28.6  |
| 07:05:21 p.m.            | 24.8 | 26.0 | 27.5 | 29.5 | 32.3 | 32.3 | 31.5 | 31.6 | 28.8 | 29.2 | 26.8 | 24.1 | 28.7  |
| 08:05:21 p.m.            | 24.6 | 25.9 | 27.5 | 29.7 | 32.3 | 32.4 | 31.6 | 31.7 | 28.9 | 29.3 | 26.9 | 24.1 | 28.7  |
| 09:05:21 p.m.            | 24.2 | 25.9 | 27.5 | 29.7 | 32.3 | 32.5 | 31.6 | 31.8 | 29.2 | 29.4 | 26.9 | 24.1 | 28.8  |
| 10:05:21 p.m.            | 23.7 | 25.9 | 27.5 | 29.6 | 32.3 | 32.5 | 31.6 | 32.1 | 29.4 | 29.5 | 26.9 | 24.1 | 28.8  |
| 11:05:21 p.m.            | 23.1 | 25.8 | 27.2 | 29.5 | 32.1 | 32.4 | 31.5 | 32.3 | 29.7 | 29.5 | 26.8 | 24.1 | 28.7  |
| Media                    | 22.9 | 25.0 | 26.4 | 28.9 | 31.4 | 31.7 | 30.8 | 32.3 | 29.6 | 28.6 | 26.0 | 23.5 |       |

| Hora / Mes<br>T. Ext. °C | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.            | 21.2 | 25.6 | 25.8 | 27.8 | 30.4 | 30.3 | 29.7 | 30.9 | 28.6 | 27.0 | 24.2 | 22.0 | 27.0  |
| 01:05:21 a.m.            | 21.2 | 25.6 | 25.7 | 27.8 | 30.3 | 30.2 | 29.6 | 30.8 | 28.6 | 26.9 | 24.1 | 21.8 | 26.9  |
| 02:05:21 a.m.            | 21.2 | 25.5 | 25.7 | 27.8 | 30.3 | 30.1 | 29.6 | 30.8 | 28.5 | 26.8 | 24.0 | 21.6 | 26.8  |
| 03:05:21 a.m.            | 21.1 | 25.4 | 25.6 | 27.7 | 30.2 | 30.1 | 29.5 | 30.7 | 28.4 | 26.7 | 23.9 | 21.4 | 26.7  |
| 04:05:21 a.m.            | 21.0 | 25.2 | 25.5 | 27.7 | 30.0 | 29.9 | 29.4 | 30.5 | 28.5 | 26.7 | 23.7 | 21.2 | 26.6  |
| 05:05:21 a.m.            | 20.9 | 25.1 | 25.3 | 27.6 | 29.9 | 29.9 | 29.2 | 30.4 | 28.4 | 26.6 | 23.2 | 21.0 | 26.5  |
| 06:05:21 a.m.            | 20.9 | 24.9 | 25.3 | 27.6 | 29.8 | 29.8 | 29.1 | 30.3 | 28.2 | 26.4 | 23.2 | 20.7 | 26.4  |
| 07:05:21 a.m.            | 21.0 | 24.8 | 25.3 | 27.5 | 29.7 | 29.6 | 29.0 | 30.2 | 28.1 | 26.2 | 23.0 | 20.5 | 26.2  |
| 08:05:21 a.m.            | 20.9 | 24.6 | 25.1 | 27.4 | 29.5 | 29.5 | 28.9 | 30.1 | 27.8 | 26.2 | 22.8 | 20.3 | 26.1  |
| 09:05:21 a.m.            | 21.0 | 24.6 | 25.1 | 27.4 | 29.3 | 29.4 | 28.8 | 30.0 | 27.9 | 25.9 | 22.5 | 20.2 | 26.0  |
| 10:05:21 a.m.            | 21.1 | 24.6 | 25.0 | 27.3 | 29.5 | 29.5 | 28.8 | 29.9 | 27.9 | 25.7 | 22.4 | 20.0 | 26.0  |
| 11:05:21 a.m.            | 21.2 | 24.8 | 25.0 | 27.4 | 29.4 | 29.4 | 28.8 | 29.9 | 28.0 | 25.8 | 22.3 | 19.7 | 26.0  |
| 12:05:21 p.m.            | 21.4 | 24.9 | 25.1 | 27.4 | 29.4 | 29.4 | 28.8 | 29.9 | 28.1 | 26.3 | 22.8 | 20.0 | 26.1  |
| 01:05:21 p.m.            | 21.5 | 25.0 | 25.3 | 27.4 | 29.5 | 29.5 | 28.9 | 29.9 | 28.3 | 27.1 | 23.9 | 20.8 | 26.4  |
| 02:05:21 p.m.            | 21.7 | 25.3 | 25.4 | 27.4 | 29.5 | 29.6 | 29.0 | 30.0 | 28.6 | 27.9 | 25.1 | 21.8 | 26.8  |
| 03:05:21 p.m.            | 22.0 | 25.6 | 25.7 | 27.5 | 29.7 | 29.7 | 29.1 | 30.1 | 28.7 | 28.5 | 25.8 | 22.6 | 27.1  |
| 04:05:21 p.m.            | 22.2 | 25.8 | 25.9 | 27.6 | 29.9 | 29.8 | 29.3 | 30.2 | 28.9 | 28.9 | 26.3 | 23.4 | 27.4  |
| 05:05:21 p.m.            | 22.4 | 26.0 | 26.1 | 27.8 | 30.1 | 30.0 | 29.5 | 30.5 | 29.1 | 29.1 | 26.7 | 23.9 | 27.6  |
| 06:05:21 p.m.            | 22.3 | 26.2 | 26.0 | 27.9 | 30.5 | 30.1 | 29.7 | 30.7 | 29.3 | 29.1 | 26.4 | 24.0 | 27.7  |
| 07:05:21 p.m.            | 22.4 | 26.2 | 26.3 | 28.0 | 30.9 | 30.3 | 29.9 | 30.9 | 29.5 | 28.8 | 26.2 | 23.9 | 27.8  |
| 08:05:21 p.m.            | 22.7 | 26.2 | 26.4 | 28.1 | 31.0 | 30.3 | 30.0 | 31.1 | 29.4 | 28.5 | 25.7 | 23.5 | 27.7  |
| 09:05:21 p.m.            | 22.6 | 25.9 | 26.2 | 28.1 | 31.0 | 30.3 | 30.0 | 31.1 | 29.4 | 27.8 | 25.0 | 23.0 | 27.5  |
| 10:05:21 p.m.            | 22.3 | 25.8 | 26.0 | 28.1 | 31.0 | 30.3 | 30.0 | 31.1 | 29.2 | 27.2 | 24.4 | 22.4 | 27.3  |
| 11:05:21 p.m.            | 22.0 | 25.4 | 25.8 | 28.1 | 31.0 | 30.2 | 29.9 | 31.0 | 29.1 | 27.0 | 24.3 | 22.1 | 27.2  |
| Media                    | 21.6 | 25.4 | 25.6 | 27.7 | 30.1 | 29.9 | 29.4 | 30.5 | 28.6 | 27.2 | 24.2 | 21.7 |       |

FUENTE: Hobo N° 16 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.

Tabla N° 48  
**Vivienda común N° 16 en la recámara en 2014**  
**Humedad relativa media según hora-mes**

| Hora / Mes<br>H. R. Int. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 64.5 | 68.9 | 60.7 | 65.7 | 65.0 | 61.3 | 69.1 | 61.6 | 66.6 | 59.2 | 62.0 | 64.8 | 64.1  |
| 01:05:21 a.m.              | 65.5 | 69.1 | 61.1 | 66.7 | 65.9 | 62.5 | 70.2 | 60.8 | 66.0 | 60.2 | 62.8 | 65.3 | 64.7  |
| 02:05:21 a.m.              | 66.4 | 69.3 | 61.6 | 67.1 | 66.9 | 63.6 | 70.9 | 60.3 | 66.3 | 60.8 | 63.2 | 64.9 | 65.1  |
| 03:05:21 a.m.              | 67.6 | 69.3 | 62.0 | 67.7 | 67.5 | 64.4 | 71.7 | 61.2 | 67.0 | 61.7 | 63.6 | 65.4 | 65.8  |
| 04:05:21 a.m.              | 68.8 | 68.6 | 62.2 | 68.0 | 67.9 | 64.8 | 72.0 | 61.8 | 67.4 | 62.4 | 64.2 | 64.3 | 66.0  |
| 05:05:21 a.m.              | 69.0 | 68.4 | 62.2 | 67.8 | 68.3 | 65.1 | 72.1 | 62.0 | 68.4 | 62.9 | 64.7 | 63.9 | 66.2  |
| 06:05:21 a.m.              | 70.0 | 68.1 | 62.6 | 67.9 | 68.5 | 65.5 | 72.2 | 62.5 | 68.7 | 63.4 | 65.2 | 63.6 | 66.5  |
| 07:05:21 a.m.              | 69.5 | 67.9 | 63.0 | 68.0 | 69.0 | 65.9 | 72.6 | 63.7 | 68.9 | 64.0 | 65.2 | 63.7 | 66.8  |
| 08:05:21 a.m.              | 69.7 | 68.2 | 63.9 | 68.0 | 69.2 | 66.5 | 73.0 | 64.7 | 69.6 | 64.4 | 65.8 | 64.5 | 67.3  |
| 09:05:21 a.m.              | 69.1 | 68.8 | 64.8 | 67.8 | 69.2 | 66.7 | 73.6 | 65.4 | 70.1 | 65.1 | 65.6 | 64.5 | 67.6  |
| 10:05:21 a.m.              | 69.0 | 69.8 | 64.6 | 67.3 | 69.1 | 66.9 | 73.5 | 65.9 | 70.3 | 65.4 | 65.3 | 65.2 | 67.7  |
| 11:05:21 a.m.              | 68.0 | 69.5 | 64.5 | 66.9 | 68.1 | 66.1 | 72.8 | 66.4 | 70.2 | 64.4 | 64.7 | 65.5 | 67.3  |
| 12:05:21 p.m.              | 64.9 | 68.9 | 63.4 | 66.0 | 66.4 | 65.2 | 71.9 | 66.9 | 70.2 | 62.7 | 63.8 | 65.6 | 66.3  |
| 01:05:21 p.m.              | 62.8 | 67.9 | 62.1 | 65.0 | 65.3 | 63.5 | 70.4 | 67.3 | 69.8 | 61.2 | 62.2 | 65.2 | 65.2  |
| 02:05:21 p.m.              | 59.6 | 66.8 | 61.1 | 64.3 | 63.9 | 61.9 | 69.4 | 67.9 | 69.1 | 59.0 | 60.2 | 64.2 | 64.0  |
| 03:05:21 p.m.              | 55.6 | 65.6 | 60.5 | 62.6 | 63.1 | 61.1 | 68.2 | 68.6 | 69.2 | 57.0 | 59.3 | 63.3 | 62.8  |
| 04:05:21 p.m.              | 53.4 | 65.0 | 59.5 | 62.0 | 62.2 | 60.2 | 67.7 | 69.0 | 69.6 | 55.1 | 58.0 | 62.9 | 62.1  |
| 05:05:21 p.m.              | 52.5 | 64.7 | 59.3 | 61.6 | 62.1 | 59.9 | 66.7 | 69.0 | 69.2 | 55.0 | 57.7 | 63.4 | 61.8  |
| 06:05:21 p.m.              | 52.7 | 64.1 | 59.3 | 62.0 | 62.1 | 59.8 | 66.1 | 68.4 | 69.3 | 56.4 | 57.4 | 63.4 | 61.7  |
| 07:05:21 p.m.              | 53.7 | 64.6 | 59.9 | 62.2 | 62.3 | 59.6 | 66.3 | 67.1 | 68.9 | 57.7 | 58.2 | 63.7 | 62.0  |
| 08:05:21 p.m.              | 53.6 | 65.5 | 60.4 | 62.5 | 62.5 | 59.6 | 66.3 | 65.7 | 68.7 | 58.0 | 58.5 | 64.0 | 62.1  |
| 09:05:21 p.m.              | 55.0 | 66.6 | 60.1 | 62.6 | 62.8 | 59.9 | 66.7 | 64.4 | 67.2 | 58.6 | 59.5 | 64.3 | 62.3  |
| 10:05:21 p.m.              | 57.3 | 67.8 | 59.9 | 63.5 | 63.4 | 60.5 | 67.2 | 63.2 | 66.3 | 58.2 | 60.2 | 65.1 | 62.7  |
| 11:05:21 p.m.              | 59.8 | 68.5 | 60.4 | 64.6 | 63.8 | 60.8 | 68.0 | 62.1 | 66.1 | 59.0 | 60.6 | 65.4 | 63.3  |
| Media                      | 62.4 | 67.6 | 61.6 | 65.3 | 65.6 | 63.0 | 70.0 | 64.8 | 68.5 | 60.5 | 62.0 | 64.4 |       |

| Hora / Mes<br>H. R. Ext. % | Ene  | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  | Media |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 12:05:21 a.m.              | 62.0 | 63.9 | 58.8 | 61.0 | 65.6 | 65.3 | 67.4 | 66.1 | 66.4 | 67.5 | 71.5 | 74.8 | 65.9  |
| 01:05:21 a.m.              | 62.2 | 64.2 | 59.2 | 61.4 | 66.0 | 65.7 | 67.7 | 66.1 | 66.8 | 68.1 | 72.1 | 75.6 | 66.2  |
| 02:05:21 a.m.              | 62.5 | 64.4 | 59.4 | 62.0 | 66.4 | 65.8 | 68.1 | 66.3 | 67.1 | 69.0 | 72.8 | 76.4 | 66.7  |
| 03:05:21 a.m.              | 62.7 | 64.4 | 59.8 | 62.6 | 66.8 | 66.0 | 68.4 | 66.6 | 67.7 | 69.2 | 73.9 | 77.0 | 67.1  |
| 04:05:21 a.m.              | 63.1 | 65.0 | 60.0 | 63.2 | 66.9 | 66.2 | 68.6 | 66.8 | 67.9 | 70.1 | 74.4 | 77.5 | 67.5  |
| 05:05:21 a.m.              | 63.3 | 65.4 | 59.7 | 63.6 | 66.8 | 66.3 | 68.3 | 67.1 | 68.1 | 70.7 | 75.3 | 78.0 | 67.7  |
| 06:05:21 a.m.              | 63.7 | 65.5 | 59.8 | 64.0 | 66.8 | 66.7 | 68.3 | 67.2 | 68.4 | 71.8 | 76.0 | 77.7 | 68.0  |
| 07:05:21 a.m.              | 63.8 | 65.8 | 59.9 | 63.8 | 66.7 | 66.9 | 68.2 | 67.2 | 68.7 | 72.3 | 76.7 | 77.2 | 68.1  |
| 08:05:21 a.m.              | 63.7 | 66.0 | 59.8 | 63.9 | 66.4 | 66.9 | 68.3 | 67.4 | 69.5 | 72.0 | 77.4 | 76.8 | 68.2  |
| 09:05:21 a.m.              | 63.5 | 66.0 | 59.8 | 64.1 | 66.4 | 67.0 | 68.3 | 67.5 | 69.6 | 72.9 | 77.8 | 76.7 | 68.3  |
| 10:05:21 a.m.              | 63.6 | 66.2 | 59.6 | 63.6 | 66.5 | 66.8 | 68.6 | 67.8 | 69.7 | 73.6 | 77.7 | 77.3 | 68.4  |
| 11:05:21 a.m.              | 63.2 | 66.0 | 59.5 | 62.6 | 65.9 | 66.7 | 67.8 | 67.3 | 69.2 | 73.2 | 77.9 | 77.8 | 68.1  |
| 12:05:21 p.m.              | 62.8 | 65.5 | 58.8 | 61.4 | 64.7 | 65.7 | 66.7 | 66.8 | 67.8 | 71.3 | 75.7 | 77.2 | 67.0  |
| 01:05:21 p.m.              | 62.4 | 64.6 | 58.7 | 60.9 | 63.8 | 65.3 | 66.1 | 66.2 | 66.7 | 67.8 | 71.7 | 75.7 | 65.8  |
| 02:05:21 p.m.              | 61.6 | 63.7 | 58.2 | 60.2 | 63.5 | 64.5 | 65.3 | 65.2 | 65.4 | 64.3 | 66.8 | 72.2 | 64.2  |
| 03:05:21 p.m.              | 61.0 | 63.0 | 57.5 | 60.0 | 63.1 | 64.1 | 65.3 | 64.1 | 64.1 | 61.9 | 63.0 | 69.5 | 63.0  |
| 04:05:21 p.m.              | 60.6 | 62.3 | 56.8 | 59.6 | 62.0 | 63.6 | 65.2 | 63.7 | 63.7 | 59.8 | 59.9 | 66.4 | 62.0  |
| 05:05:21 p.m.              | 60.3 | 61.9 | 56.9 | 59.3 | 61.8 | 63.4 | 65.2 | 63.7 | 63.2 | 58.0 | 57.9 | 64.1 | 61.3  |
| 06:05:21 p.m.              | 60.2 | 61.8 | 56.9 | 59.5 | 62.2 | 63.1 | 64.8 | 63.9 | 63.0 | 57.9 | 59.2 | 63.6 | 61.4  |
| 07:05:21 p.m.              | 60.5 | 61.7 | 56.9 | 59.9 | 62.4 | 62.9 | 65.2 | 63.8 | 62.8 | 58.0 | 59.8 | 64.9 | 61.6  |
| 08:05:21 p.m.              | 60.6 | 61.5 | 57.3 | 60.3 | 62.7 | 62.8 | 65.6 | 63.7 | 63.0 | 59.1 | 62.2 | 67.3 | 62.2  |
| 09:05:21 p.m.              | 61.3 | 62.0 | 57.7 | 61.1 | 62.9 | 63.3 | 66.1 | 64.1 | 63.3 | 62.7 | 65.0 | 69.7 | 63.3  |
| 10:05:21 p.m.              | 62.3 | 62.9 | 58.4 | 61.8 | 63.9 | 63.7 | 66.9 | 64.9 | 64.2 | 66.1 | 68.5 | 73.1 | 64.7  |
| 11:05:21 p.m.              | 62.8 | 63.6 | 59.3 | 62.3 | 64.2 | 64.1 | 67.3 | 65.2 | 65.1 | 67.2 | 69.6 | 74.3 | 65.4  |
| Media                      | 62.2 | 64.0 | 58.7 | 61.8 | 64.8 | 65.1 | 67.0 | 65.8 | 66.3 | 66.9 | 70.1 | 73.4 |       |

FUENTE: Hobo N° 16 valores interiores y Hobo U23-2 valores exteriores. Gráfico: Elaboración Propia.



#### **4.6.23 Interpretación de los valores de temperatura y humedad media según hora-mes de la recámara**

##### **4.6.23.1 Temperatura y humedad relativa media interior hora-mes**

La temperatura más alta se presenta de las 09:05 a las 10:05 p.m. con 28.80°C, la más baja con 27.30°C de las 09:05 a.m. a las 11:05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 22.90°C, y con la más alta es agosto con 32.30°C.

La humedad relativa más alta es de 67.70% y se presenta a las 10:05 a.m., asimismo la más baja es de 61.70% a las 06:05 p.m.

El mes con humedad relativa más baja es marzo con 61.60%, y con la más alta es julio con 70.00%.

##### **4.6.23.2 Temperatura y humedad relativa media exterior hora-mes**

La temperatura más alta es de 27.80°C y se presentan a las 07:05 p.m., asimismo la más baja con 26.00°C de las 09:05 a.m. a las 11:05 a.m.

El mes con temperatura más baja es enero con 21.60°C, y con la más alta es agosto con 30.50°C.

La humedad relativa más alta es de 68.40% y se presenta a las 10:05 a.m., asimismo la más baja es de 61.30% a las 05:05 p.m.

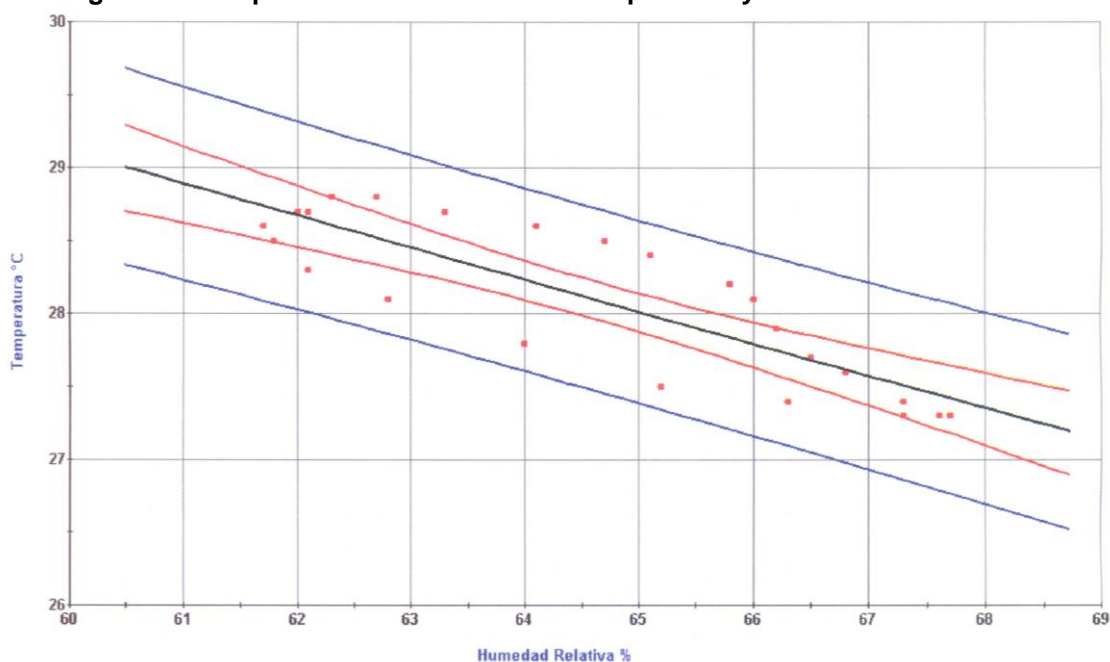
El mes con humedad relativa más baja es marzo con 58.70% y con la más alta es diciembre con 73.40%.

Datos extraídos de las tablas N° 47 y 48.

#### 4.6.24 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media interior según hora-mes en la recámara en 2014

Gráfico N° 92

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media interior



FUENTE: Software G-STAT STUDENT (2015). Gestiona: Elaboración Propia.

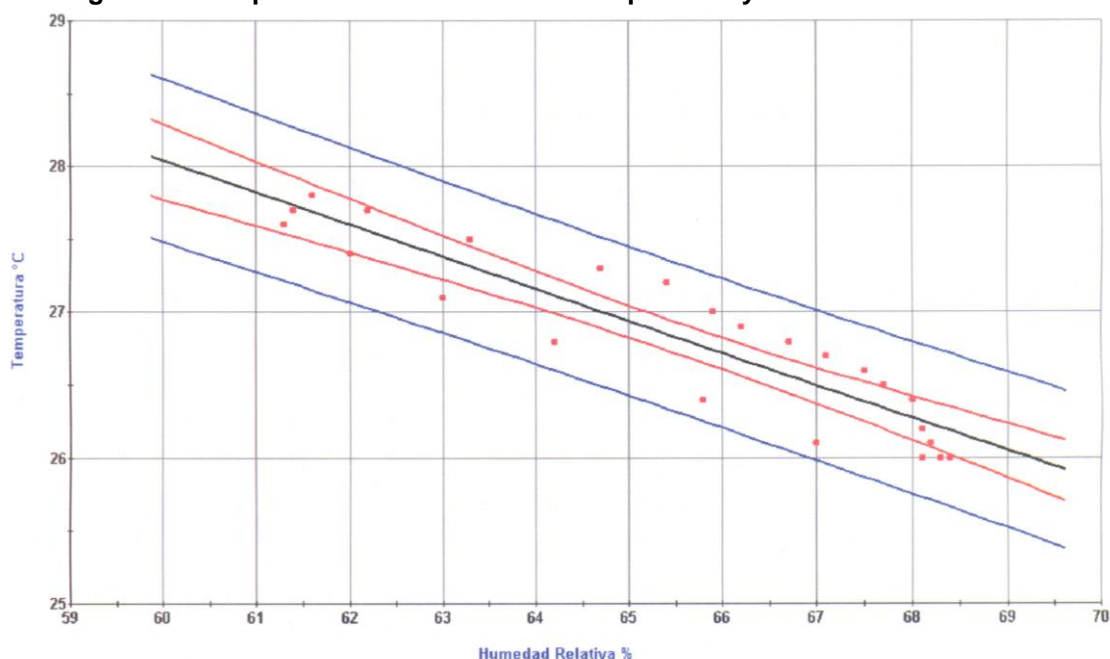
En el gráfico N° 92 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 64.60              | 28.00          |
| Mediana                    | 64.90              | 28.10          |
| Moda                       | 62.10              | 27.30          |
| Media Geométrica           | 64.60              | 28.00          |
| Varianza                   | 4.30               | 0.20           |
| Desviación Típica          | 2.00               | 0.50           |
| Error Estándar de la Media | 0.40               | 0.10           |
| Mínimo                     | 61.70              | 27.30          |
| Máximo                     | 67.70              | 28.80          |

#### 4.6.25 Coeficiente de correlación de los valores de temperatura y humedad media exterior según hora-mes en 2014

Gráfico N° 93

Diagrama de dispersión de los valores de temperatura y humedad media exterior



FUENTE: Software G-STATS STUDENT (2015). Gestiona: Elaboración Propia.

En el gráfico N° 93 se muestra la nube de dispersión y la recta de regresión estimada por mínimos cuadrados. Asimismo, se indica el uso de predicciones que consta de las curvas interiores al 95.00% para los valores medios en color rojo y las curvas exteriores al 95.00% de los valores individuales en color azul. Donde se determina una correlación negativa perfecta, entre las dos variables correctamente lineales, pero inversas, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

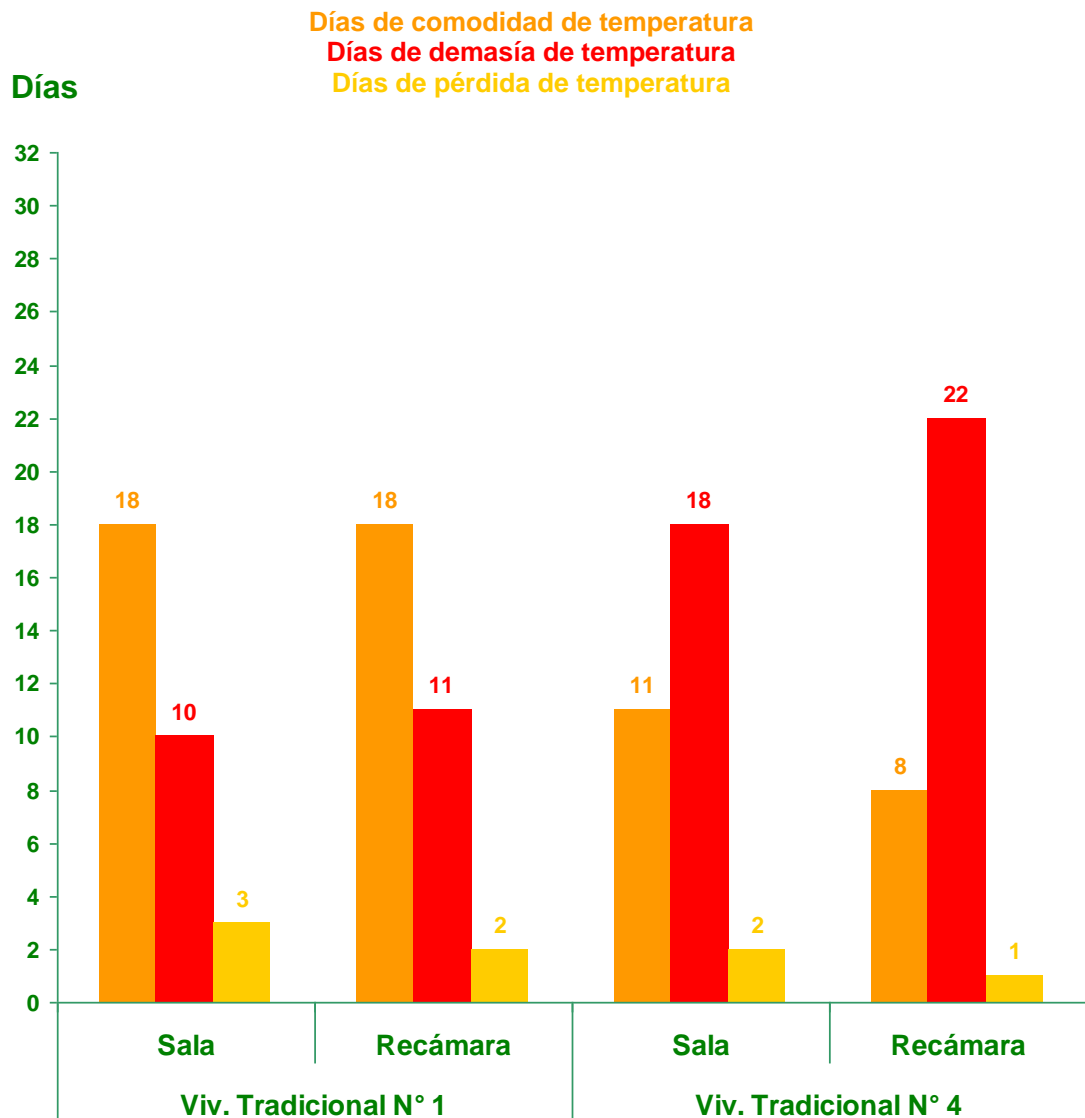
| Variable                   | Humedad Relativa % | Temperatura °C |
|----------------------------|--------------------|----------------|
| Horas                      | 24                 | 24             |
| Media                      | 65.50              | 26.80          |
| Mediana                    | 66.00              | 26.80          |
| Moda                       | 68.10              | 26.00          |
| Media Geométrica           | 65.40              | 26.80          |
| Varianza                   | 6.30               | 0.30           |
| Desviación Típica          | 2.50               | 0.60           |
| Error Estándar de la Media | 0.50               | 0.10           |
| Mínimo                     | 61.30              | 26.00          |
| Máximo                     | 68.40              | 27.80          |

#### 4.7 Adaptabilidad anual de la temperatura media mensual en zona de comodidad constante de las viviendas estudio de caso en 2014

##### 4.7.1 Adaptabilidad higrotérmica con respecto a la temperatura de la vivienda tradicional

Gráfico N° 94

Días de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de temperatura media mensual en la zona de comodidad constante de la vivienda tradicional en 2014

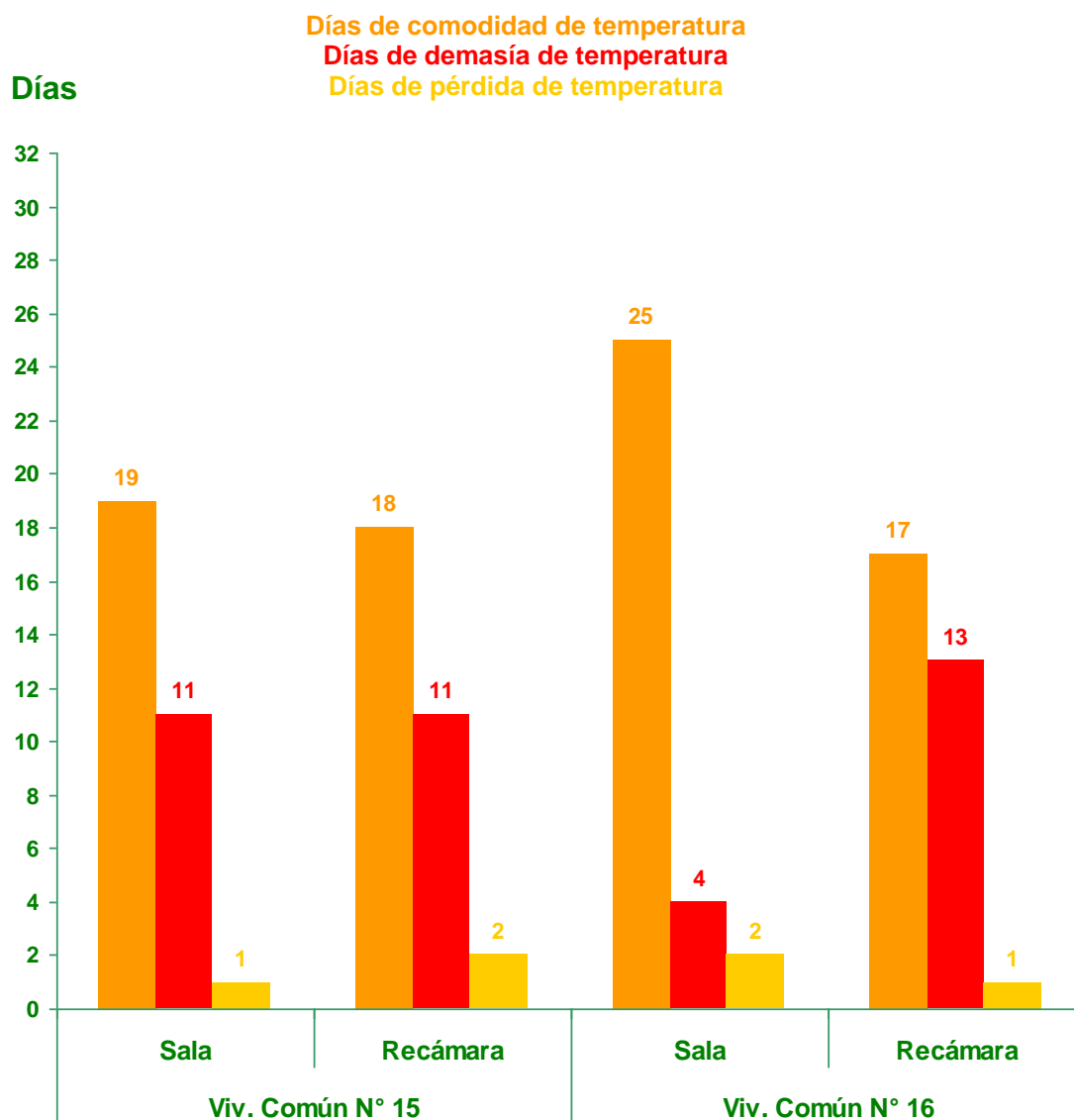


FUENTE: Hobo's data logger. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.7.2 Adaptabilidad higrotérmica con respecto a la temperatura de la vivienda común

Gráfico N° 95

Días de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de la temperatura media mensual en la zona de comodidad constante de la vivienda común en 2014



FUENTE: Hobo's data logger. Gráfico: Elaboración Propia.

#### **4.7.3 Interpretación del gráfico higrotérmico de comodidad, demasía y pérdida de la adaptabilidad anual de temperatura media mensual en zona de comodidad constante de la vivienda tradicional en 2014**

##### **4.7.3.1 Vivienda tradicional en la sala**

La vivienda N° 1 presenta mejor comportamiento de temperatura con respecto a los días de comodidad con una diferencia de +7 días; en los días de demasía la vivienda N° 1 es mejor por -8 días; y con respecto a los días de pérdida térmica se comporta mejor la N° 4 tan sólo con -1 día.

##### **4.7.3.2 Vivienda tradicional en la recámara**

La vivienda N° 1 presenta mejor comportamiento con respecto de días de comodidad con una diferencia de +10 días; en los días de demasía la vivienda N° 1 es mejor por -11 días; y con respecto a los días de pérdida de temperatura se comporta mejor la N° 4 tan sólo -1 día.

Mejor comportamiento de temperatura media presenta la vivienda tradicional N° 1 con más días de comodidad, menos de demasía y menos de pérdida térmica.

#### **4.7.4 Interpretación del gráfico higrotérmico de comodidad, demasía y pérdida de la adaptabilidad anual de temperatura media mensual en zona de comodidad constante de la vivienda común en 2014**

##### **4.7.4.1 Vivienda común en la sala**

La vivienda N° 16 presenta mejor comportamiento con respecto a los días de comodidad con una diferencia de +6 días; en los días de demasía la vivienda N° 16 es mejor por -7 días; y con respecto a los días de pérdida de temperatura se comporta mejor la N° 15 tan sólo con -1 día.

#### 4.7.4.2 Vivienda común en la recámara

La vivienda N° 15 presenta mejor comportamiento con respecto a los días de comodidad con una diferencia de +1 día; en los días de demasía la vivienda N° 15 es mejor por -2 días, y con respecto a los días de pérdida térmica se comporta mejor la N° 16 tan sólo con -1 día.

Mejor comportamiento de temperatura presenta la vivienda común N° 15 con más días de comodidad, menos de demasía y la vivienda N° 16 es mejor en días de pérdida de temperatura.

#### 4.7.5 Interpretación de los gráficos higrotérmicos de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de la temperatura media mensual en zona de comodidad constante entre la vivienda tradicional y la común en 2014

##### 4.7.5.1 Espacio de la sala

La vivienda común N° 16 presenta mejor comportamiento con respecto a la temperatura media de días de comodidad con 25 días; en los días de demasía la vivienda común N° 16 es mejor con 4 días; y con respecto a los días de pérdida de temperatura se comporta mejor la vivienda común N° 15 con 1 día. *Mejor comportamiento de temperatura mensual anual media lo presenta la vivienda común N° 16 en la sala, cfr. gráfico N° 96.*

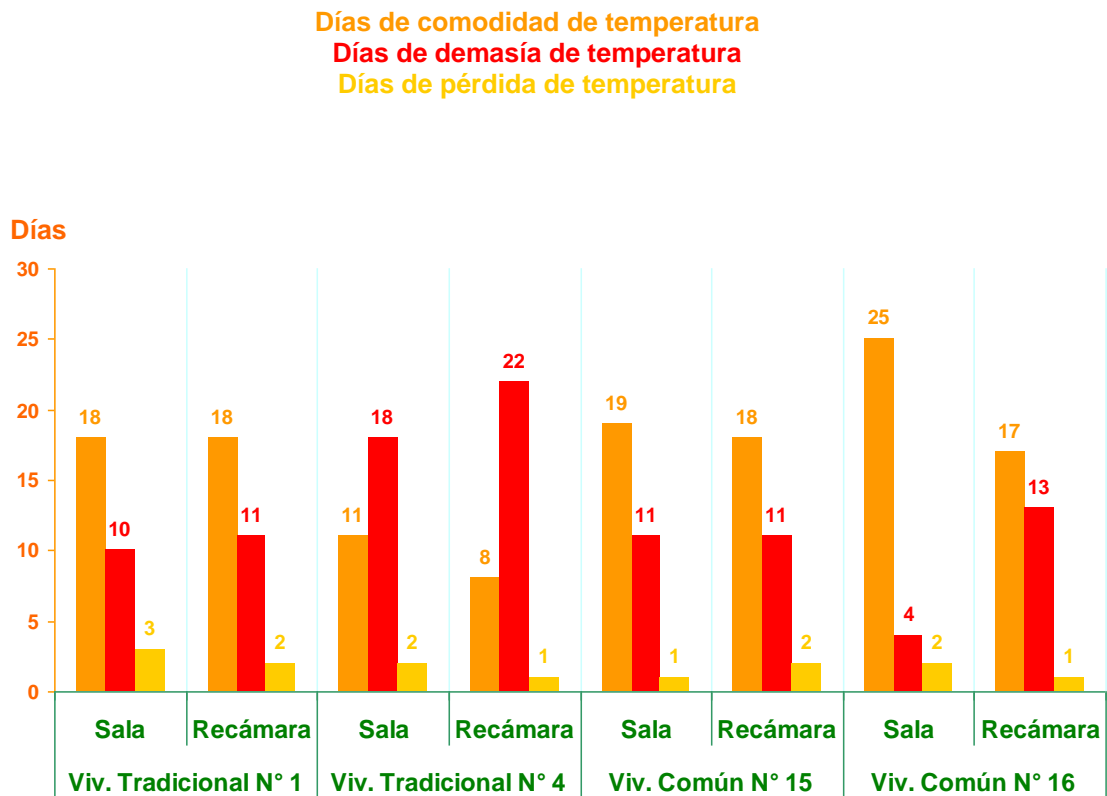
##### 4.7.5.2 Espacio de la recámara

La vivienda tradicional N° 1 y la vivienda común N° 15 presentan el mejor el comportamiento con respecto a los días de comodidad con 18 días; en los días de demasía de igual manera la vivienda tradicional N° 1 y la vivienda común N° 15 son mejores con 11 días; y con respecto a los días de pérdida de temperatura se comportan mejor la vivienda tradicional N° 4 y la vivienda común N° 16 con 1 día. *Mejor comportamiento de temperatura mensual anual media en la recámara lo tiene la vivienda tradicional N° 1 y la vivienda común N° 15, cfr. gráfico N° 96.*

#### 4.7.6 Concentrado de la adaptabilidad higrotérmica anual de la temperatura media mensual en zona de comodidad constante de viviendas estudio de caso en 2014

Gráfico N° 96

Días de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de la temperatura media mensual en la zona de comodidad constante de las Viviendas estudio de caso en 2014



**FUENTE:** Hobo's data logger. Gráfico: Elaboración Propia.

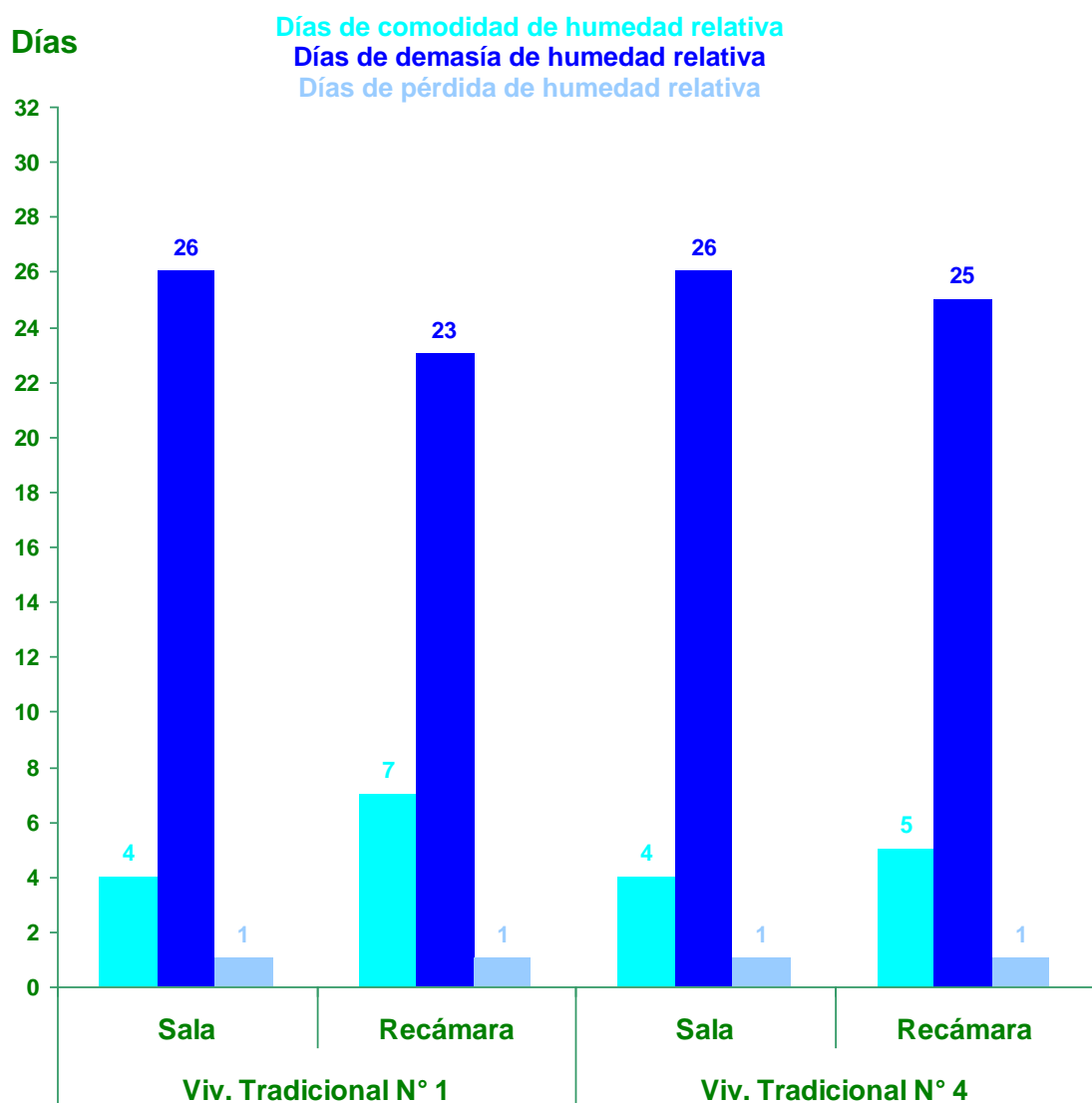


#### 4.8 Adaptabilidad anual de humedad relativa media mensual en zona de comodidad constante de las viviendas estudio de caso en 2014

##### 4.8.1 Adaptabilidad higrotérmica con respecto a la humedad relativa de la vivienda tradicional

Gráfico N° 97

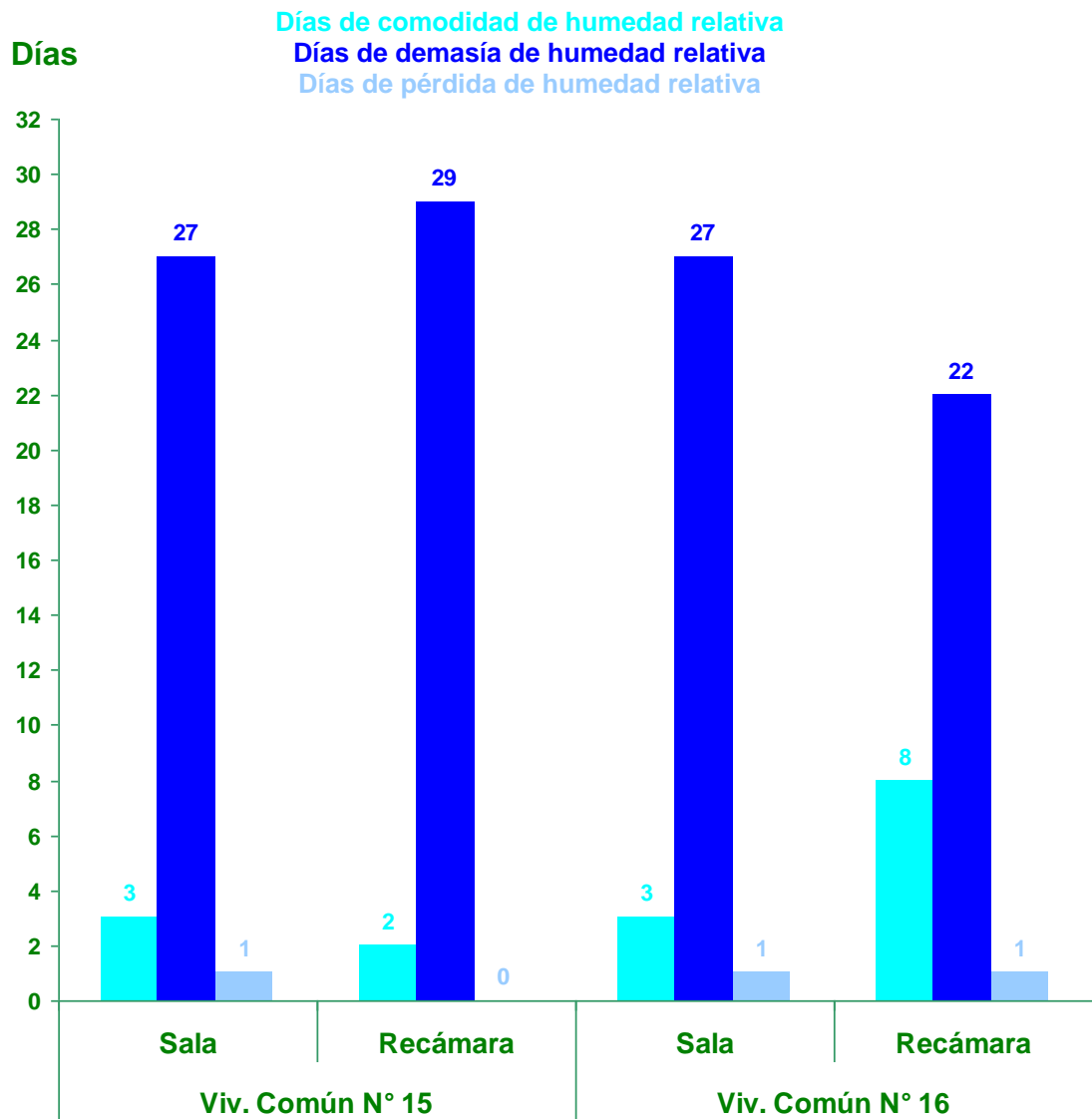
Días de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de humedad relativa media mensual, zona de comodidad constante de la vivienda tradicional 2014



FUENTE: Hobo's data logger. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.8.2 Adaptabilidad higrotérmica con respecto a la humedad relativa de la vivienda común

Gráfico N° 98  
Días de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de humedad relativa media mensual, zona de comodidad constante de la vivienda común en 2014



FUENTE: Hobo's data logger. Gráfico: Elaboración Propia.

### **4.8.3 Interpretación del gráfico higrotérmico de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de humedad relativa media mensual en zona de comodidad constante de vivienda tradicional en 2014**

#### **4.8.3.1 Vivienda tradicional en la sala**

Tanto la vivienda N° 1 como la N° 4 presentan el mismo comportamiento con respecto a los días de comodidad con 4 días; de demasía con 26 días; y de pérdida con 1 día.

#### **4.8.3.2 Vivienda tradicional en la recámara**

La vivienda N° 1 presenta mejor comportamiento con respecto a los días de comodidad con una diferencia de +2 días; en los días de demasía la vivienda N° 1 es mejor por -2 días; y con respecto a los días de pérdida de humedad relativa se comporta igual en las dos viviendas con 1 día.

Mejor comportamiento de humedad relativa medio presenta en la vivienda tradicional N° 1 con más días de comodidad, menos de demasía y se presentan empatadas en días de pérdida de humedad relativa.

### **4.8.4 Interpretación del gráfico higrotérmico de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de humedad relativa media mensual en zona de comodidad constante de la vivienda común en 2014**

#### **4.8.4.1 Vivienda común en la sala**

Tanto la vivienda N° 15 como la N° 16 presentan el mismo comportamiento con respecto a los días de comodidad con 3 días; los días de demasía con 27 días; y de pérdida con 1 día.

#### 4.8.4.2 Vivienda común en la recámara

La vivienda N° 16 presenta mejor comportamiento con respecto a los días de comodidad con una diferencia de +6 días; en los días de demasía la vivienda N° 16 es mejor por -7 días; y con respecto a los días de pérdida térmica se comporta mejor la N° 15 tan sólo con -1 día.

Mejor comportamiento de humedad relativa se presenta en la vivienda común N° 16 con más días de comodidad, menos de demasía y la vivienda común N° 15 mejora en días de pérdida de humedad relativa con tan sólo 1 día.

#### 4.8.5 Interpretación de los gráficos higrotérmicos de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de humedad relativa media mensual en zona de comodidad constante entre la vivienda tradicional y la común en 2014

##### 4.8.5.1 Espacio de la sala

Las viviendas tradicionales N° 1 y N° 4 presentan mejor comportamiento con respecto a los días de comodidad con -1 día; en los días de demasía también las viviendas tradicionales N° 1 y N° 4 son mejores con -1 día; y con respecto a la pérdida presentan el mismo promedio las cuatro viviendas con 1 día. *Mejor comportamiento de humedad relativa mensual anual media lo presenta la vivienda tradicional la N° 1 y la N° 4 en la sala, cfr. gráfico N° 99.*

##### 4.8.5.2 Espacio de la recámara

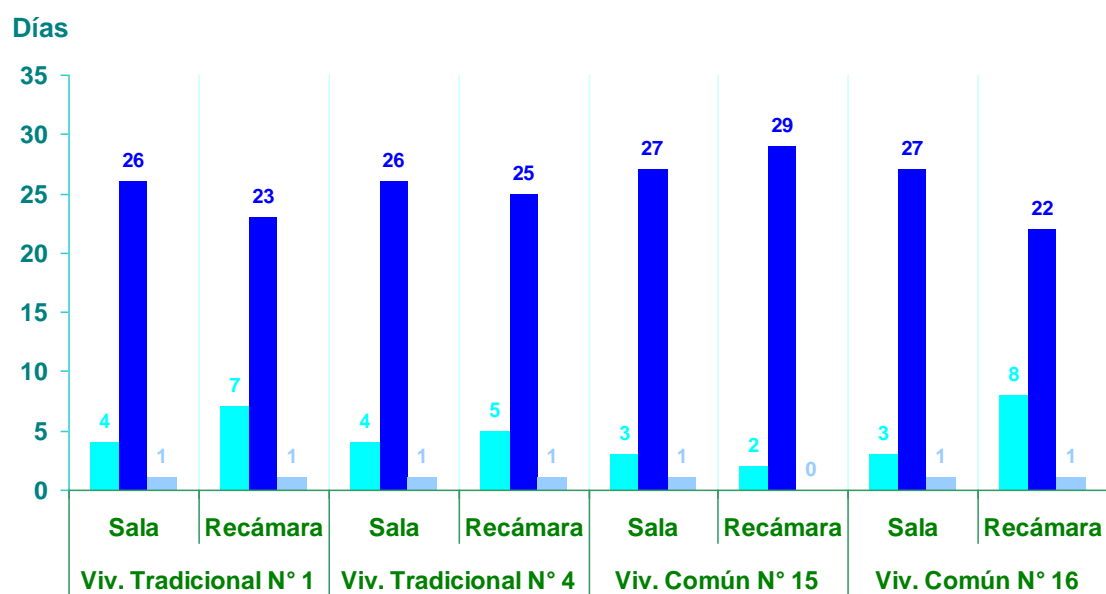
La vivienda común N° 16 presenta el mejor comportamiento con respecto a los días de comodidad con 8 días; en los días de demasía de igual manera la vivienda común N° 16 presenta el mejor con 22 días; y con respecto a los días de pérdida de humedad relativa se comportan mejor la vivienda común N° 15 con ningún día. *Mejor comportamiento térmico de humedad relativa mensual anual media lo tiene la recámara de la vivienda común N° 16, cfr. gráfico N° 99.*

#### 4.8.6 Concentrado de la adaptabilidad higrotérmica anual de humedad relativa media mensual en zona de comodidad constante de viviendas estudio de caso en 2014

Gráfico N° 99

Días de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de humedad relativa media mensual en zona de comodidad constante de las viviendas estudio de caso en 2014

Días de comodidad de humedad relativa  
Días de demasía de humedad relativa  
Días de pérdida de humedad relativa



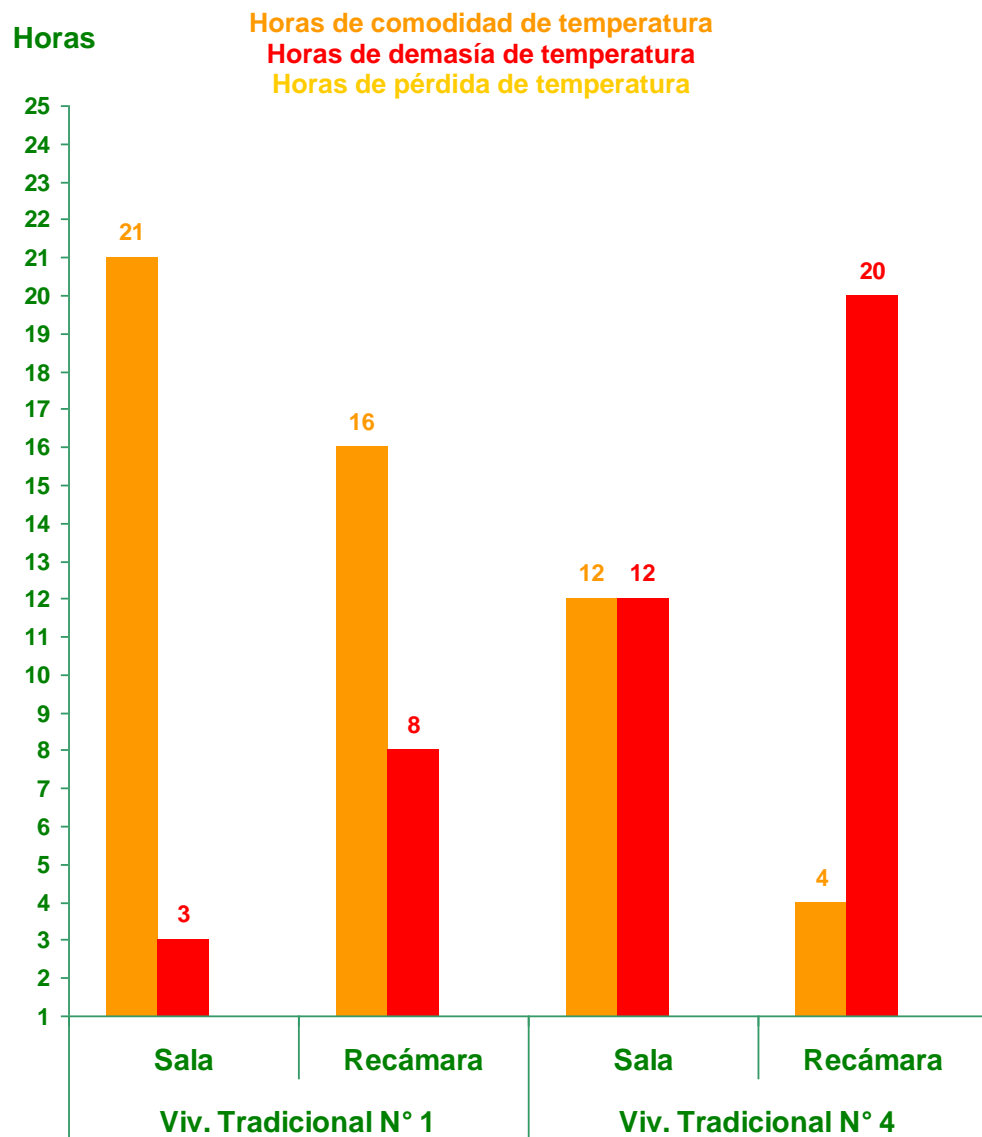
FUENTE: Hobo's data logger. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.9 Adaptabilidad anual de temperatura en día típico medio mensual en zona de comodidad constante de las viviendas estudio de caso, 2014

##### 4.9.1 Adaptabilidad higrotérmica con respecto al comportamiento anual de temperatura del día típico medio mensual de la vivienda tradicional

Gráfico N° 100

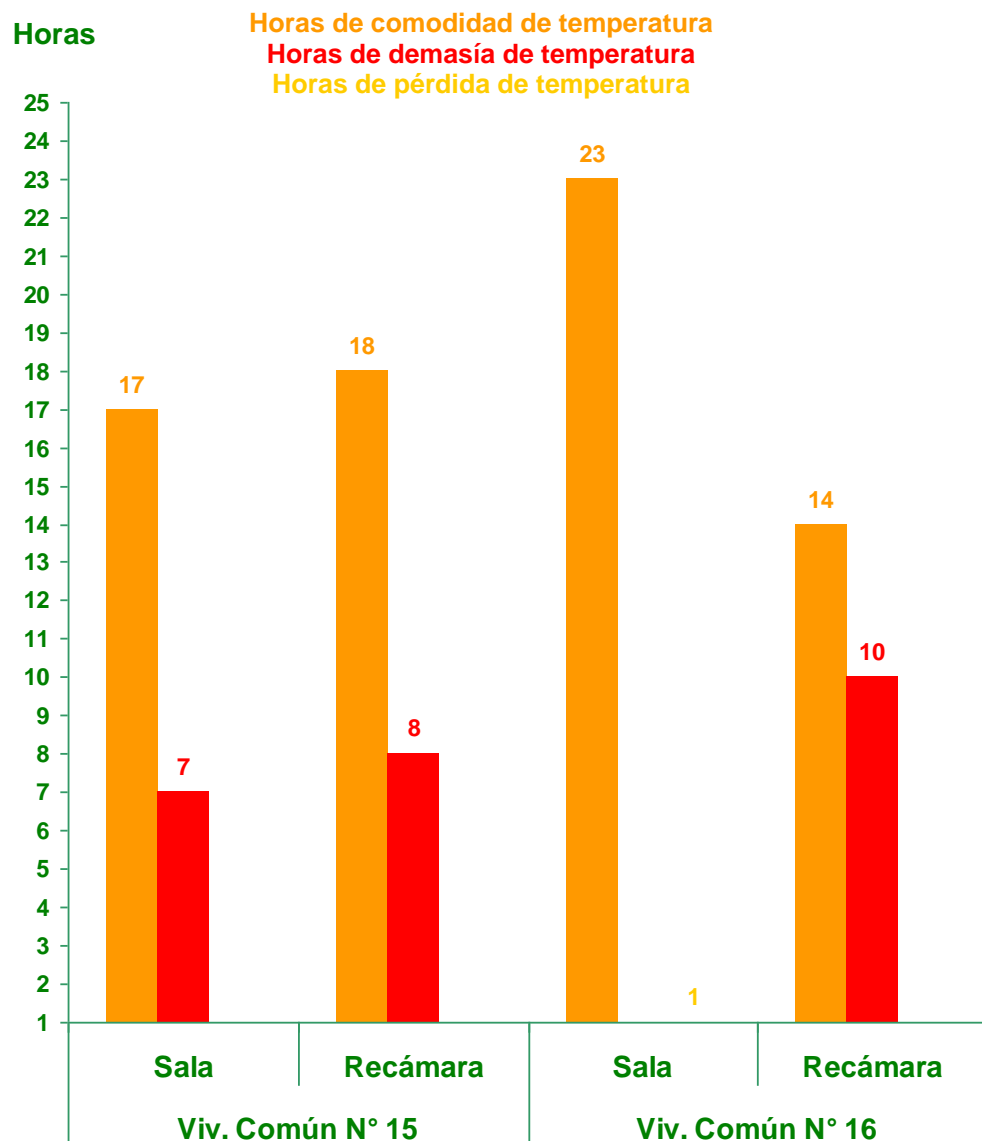
Horas de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de temperatura en día típico medio mensual en zona de comodidad constante vivienda tradicional 2014



FUENTE: Hobo's data logger. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.9.2 Adaptabilidad higrotérmica con respecto al comportamiento anual de temperatura del día típico medio mensual de la vivienda común

Gráfico N° 101  
Horas de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de temperatura en día típico medio mensual en zona de comodidad constante de vivienda común 2014



FUENTE: Hobo's data logger. Gráfico: Elaboración Propia.

#### **4.9.3 Interpretación del gráfico higrotérmico de horas comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de temperatura en día típico medio mensual en zona de comodidad constante de la vivienda tradicional en 2014**

##### **4.9.3.1 Vivienda tradicional en la sala**

La vivienda N° 1 presenta mejor comportamiento con respecto a las horas de comodidad con una diferencia de +9 horas; en las horas de demasía la vivienda N° 1 es mejor por -9 horas y con respecto a las horas de pérdida de temperatura se comportan bien las dos viviendas tradicionales con 0 horas.

##### **4.9.3.2 Vivienda tradicional en la recámara**

La vivienda N° 1 presenta mejor comportamiento con respecto a las horas de comodidad con una diferencia de +12 horas; en las horas de demasía la vivienda N° 1 es mejor por -12 horas; y con respecto a las horas de pérdida de temperatura se comportan bien las dos viviendas tradicionales con 0 horas.

Mejor comportamiento de temperatura presenta la vivienda tradicional N° 1 con más horas de comodidad, menos horas de demasía y son idénticas en pérdida térmica las dos viviendas tradicionales.

#### **4.9.4 Interpretación del gráfico higrotérmico de horas comodidad, demasía y pérdida térmica del comportamiento anual de temperatura en día típico medio mensual en zona de comodidad constante de la vivienda común en 2014**

##### **4.9.4.1 Vivienda común en la sala**

La vivienda N° 16 presenta mejor comportamiento con respecto a las horas de comodidad con una diferencia de +6 horas; en las horas de demasía la vivienda N° 16 es mejor por -7 horas; y con respecto a las horas de pérdida de temperatura se comporta mejor la vivienda común N° 15 con -1 hora.



#### 4.9.4.2 Vivienda común en la recámara

La vivienda N° 15 presenta mejor comportamiento con respecto a las horas de comodidad con una diferencia de +4 horas; en las horas de demasía la vivienda N° 15 es mejor por -2 horas; y con respecto a las horas de pérdida de temperatura se comportan igual las dos viviendas con 0 horas.

Mejor comportamiento de temperatura presenta la vivienda común N° 16 con más horas de comodidad, la vivienda N° 15 contempla 2 horas menos de demasía, y con respecto a las horas de pérdida de temperatura se comportan igual las dos viviendas con 0 horas.

#### 4.9.5 Interpretación de los gráficos higrotérmicos de horas de comodidad, demasía y pérdida de temperatura del comportamiento anual en día típico medio mensual en zona de comodidad constante entre la vivienda tradicional y la común en 2014

##### 4.9.5.1 Espacio de la sala

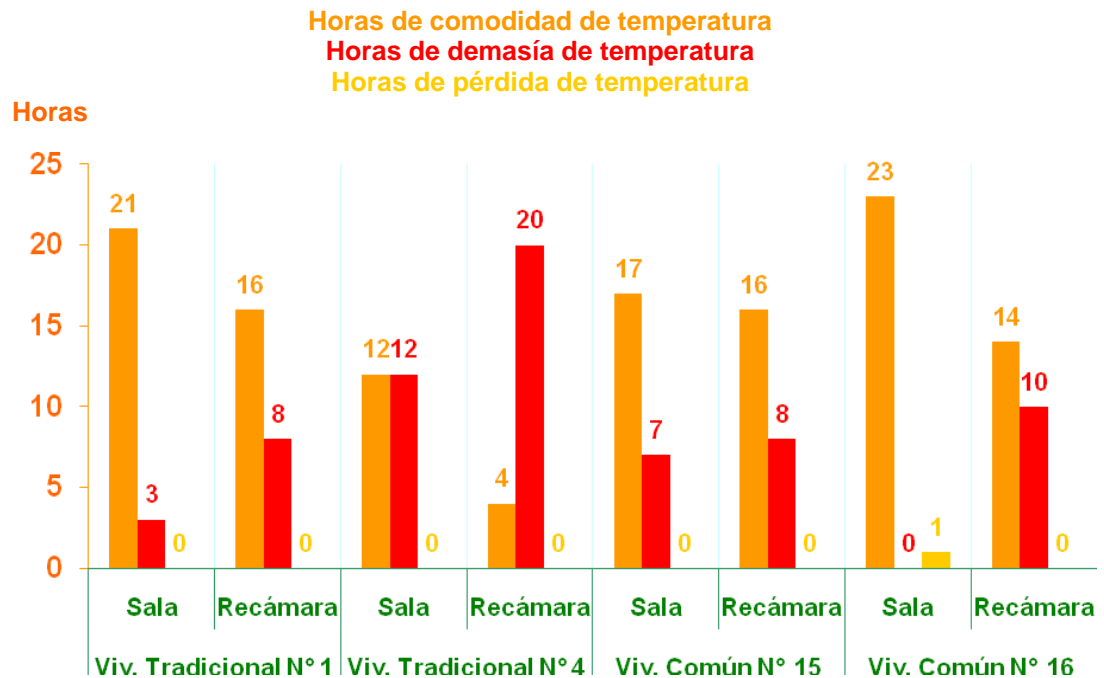
La vivienda común N° 16 presenta mejor comportamiento con respecto a las horas de comodidad con 23 horas; en las horas de demasía la vivienda común N° 16 es mejor con 0 horas; y con respecto a las horas de pérdida de temperatura se comportan bien todas a excepción de la vivienda común N° 16 con 1. *Mejor comportamiento de temperatura presenta la vivienda común N° 16 en la sala, cfr. gráfico N° 102.*

##### 4.9.5.2 Espacio de la recámara

La vivienda común N° 15 presenta el mejor comportamiento con respecto a las horas de comodidad con 18 horas; en las horas de demasía las viviendas tradicional N° 1 y la vivienda común N° 15 con 8 horas; y con respecto a las horas de pérdida de temperatura se comportan bien todas las viviendas con 0. *Mejor comportamiento de temperatura en la recámara lo tiene la vivienda tradicional N° 1 y la vivienda común N° 15, cfr. gráfico N° 102.*

#### 4.9.6 Concentrado de adaptabilidad higrotérmica anual de temperatura en día típico medio mensual en zona de comodidad constante de viviendas casos de estudio en 2014

Gráfico N° 102  
Horas de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de temperatura en día típico medio mensual en zona de comodidad constante de las viviendas estudio de caso en 2014



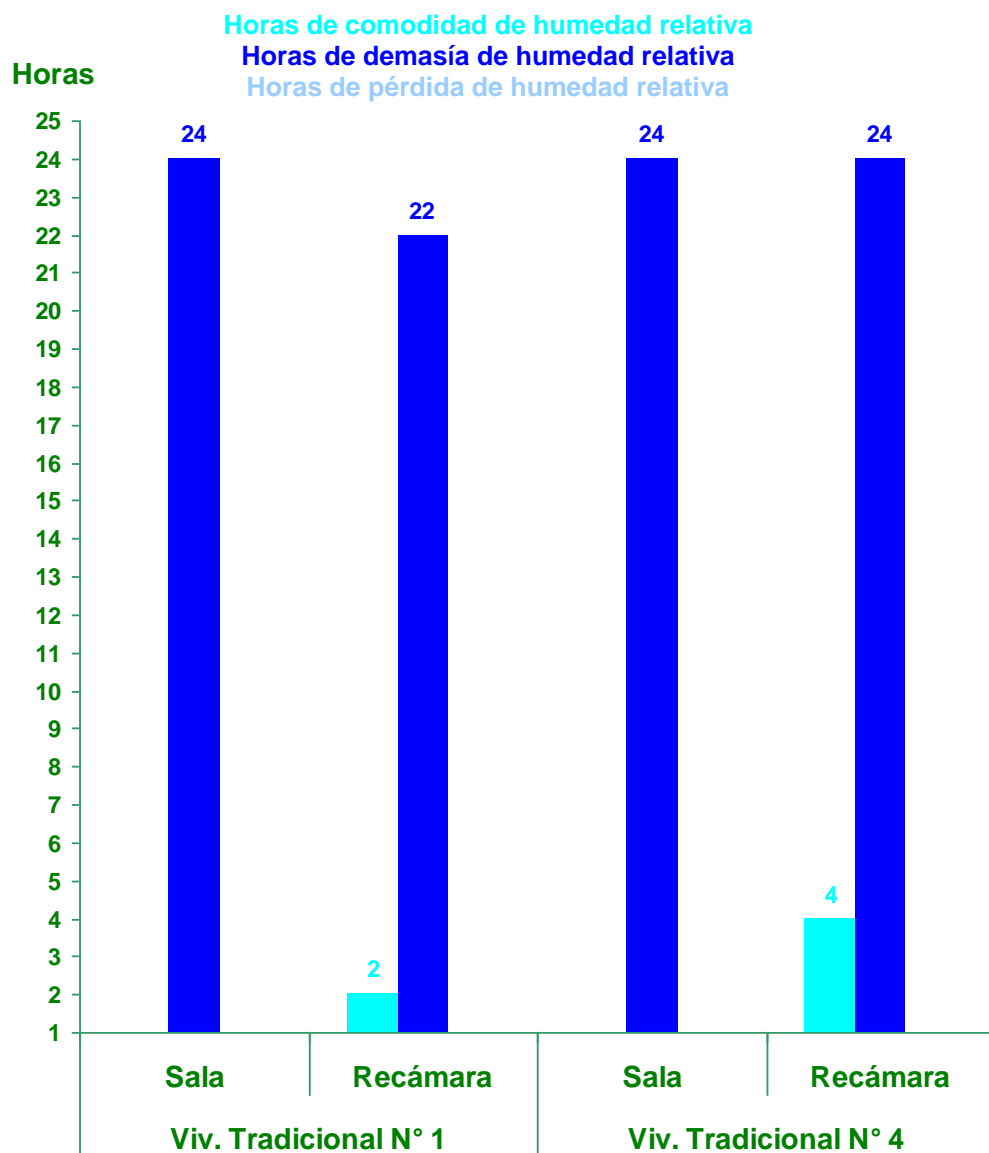
FUENTE: Hobo's data logger. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.10 Adaptabilidad anual de humedad relativa en día típico medio mensual en zona de comodidad constante de las viviendas estudio de caso en 2014

##### 4.10.1 Adaptabilidad higrotérmica anual de humedad relativa del día típico medio mensual de la vivienda tradicional

Gráfico N° 103

Horas de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de humedad relativa en día típico medio mensual en zona de comodidad constante de la vivienda tradicional en 2014

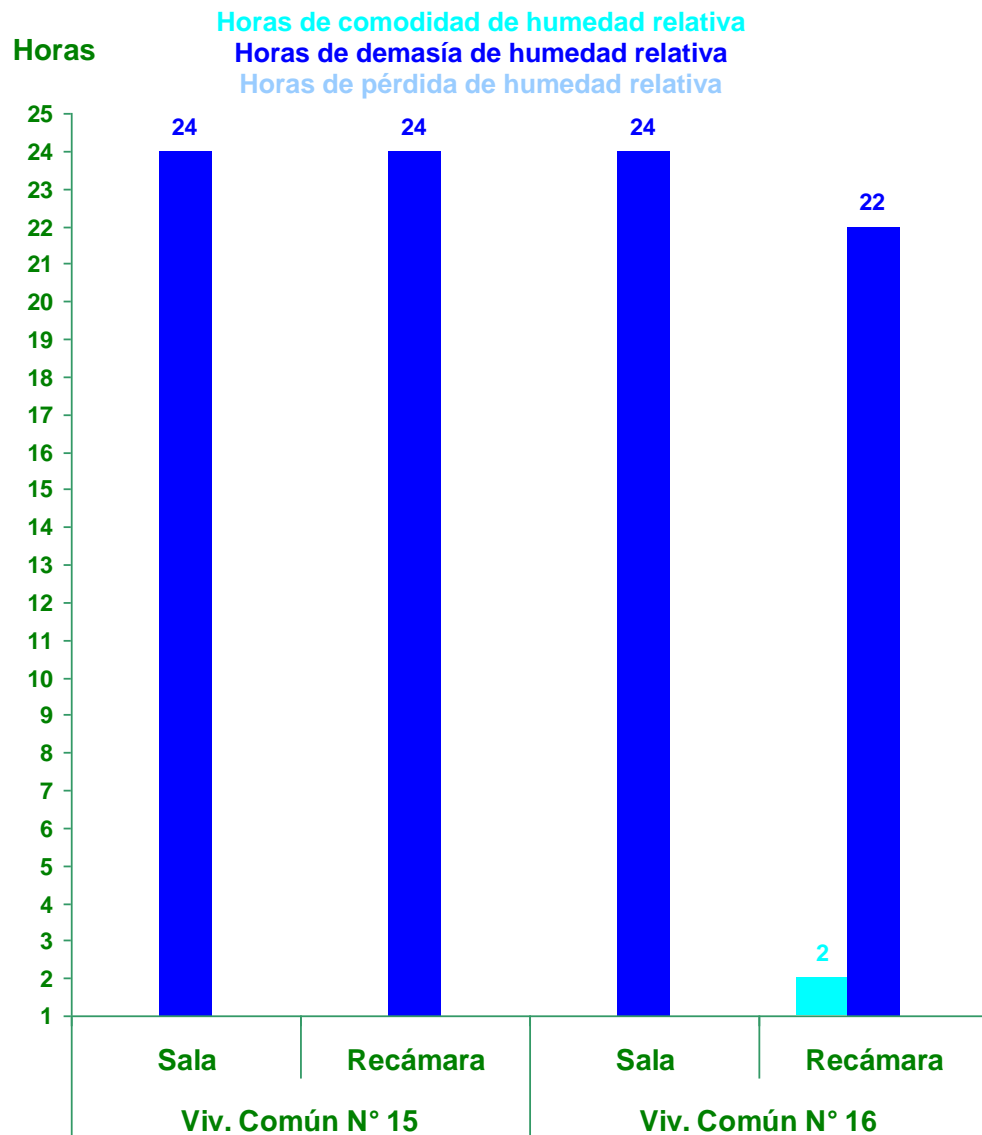


FUENTE: Hobo's data logger. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.10.2 Adaptabilidad higrotérmica anual de humedad relativa del día típico medio mensual de la vivienda común

Gráfico N° 104

**Horas de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de humedad relativa en día típico medio mensual en zona de comodidad constante de la vivienda común en 2014**



**FUENTE:** Hobo's data logger. Gráfico: Elaboración Propia.

#### **4.10.3 Interpretación del gráfico higrotérmico de horas comodidad, demasía y pérdida térmica del comportamiento anual de humedad relativa en día típico medio mensual en zona de comodidad constante de la vivienda tradicional en 2014**

##### **4.10.3.1 Vivienda tradicional en la sala**

Las dos viviendas no presentan horas de comodidad, en las horas de demasía las dos viviendas presentan 24 horas; y con respecto a las horas de pérdida de humedad relativa las dos viviendas no contemplan horas.

##### **4.10.3.2 Vivienda tradicional en la recámara**

La vivienda tradicional N° 4 presenta mejor comportamiento con respecto a las horas de comodidad con una diferencia de +2 horas; en las horas de demasía la vivienda N° 1 es mejor por -2 horas; y con respecto a las horas de pérdida de humedad relativa se comportan bien las dos viviendas tradicionales con 0 horas.

Mejor comportamiento de humedad relativa presenta la vivienda tradicional N° 1 con 2 horas menos horas de comodidad, menos horas de demasía y son idénticas las dos viviendas sin pérdida.

#### **4.10.4 Interpretación del gráfico higrotérmico de horas comodidad, demasía y pérdida térmica del comportamiento anual de humedad relativa en día típico medio mensual en zona de comodidad constante de la vivienda común en 2014**

##### **4.10.4.1 Vivienda común en la sala**

Las dos viviendas no presentan horas de comodidad, en las horas de demasía las dos viviendas presentan demasía con 24 horas; y con respecto a las horas de pérdida de humedad relativa las dos viviendas no presentan pérdida alguna en horas.

#### **4.10.4.2 Vivienda común en la recámara**

La vivienda común N° 16 presenta mejor comportamiento con respecto de las horas de comodidad con una diferencia de +2 horas; en las horas de demasía las dos viviendas presentan 24 horas; y las horas de pérdida se comportan bien las dos viviendas sin pérdida de humedad relativa en horas..

Mejor comportamiento térmico de temperatura presenta la vivienda común N° 16 con 2 horas de comodidad, las dos viviendas están igual en horas de demasía con 24 horas y son idénticas las dos viviendas sin pérdida de humedad relativa en horas.

#### **4.10.5 Interpretación de los gráficos higrotérmicos de horas comodidad, demasía y pérdida térmica del comportamiento anual de humedad relativa en día típico medio mensual en zona de comodidad constante entre la vivienda tradicional y la común en 2014**

##### **4.10.5.1 Espacio de la sala**

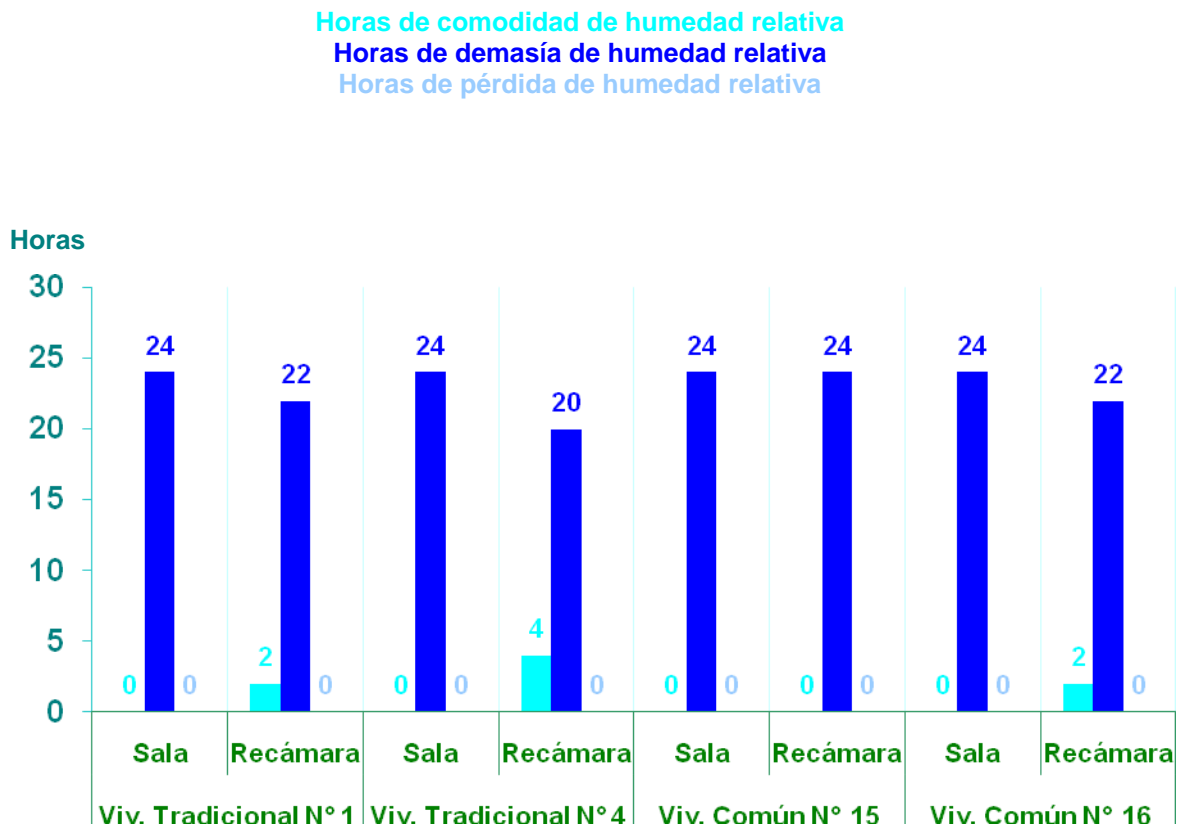
*Las cuatro viviendas no presentan horas de comodidad, en las horas de demasía presentan 24, y con respecto a las horas de pérdida de humedad relativa no presentan, cfr. gráfico N° 105.*

##### **4.10.5.2 Espacio de la recámara**

La vivienda tradicional N° 4 presenta el mejor comportamiento con respecto a las horas de comodidad con 4 horas; en las horas de demasía la vivienda tradicional N° 1 y la vivienda común N° 16 con 22 horas; y con respecto a las horas de pérdida de humedad relativa se comportan bien todas la viviendas. *Mejor comportamiento de humedad relativa en día típico anual medio se da en la recámara de la vivienda común N° 4, cfr. gráfico N° 105.*

#### 4.10.6 Concentrado de la adaptabilidad higrotérmica anual de humedad relativa en día típico medio mensual en zona de comodidad constante de viviendas estudio de caso en 2014

Gráfico N° 105  
Horas de comodidad, demasía y pérdida del comportamiento anual de humedad relativa en día típico medio mensual en zona de comodidad constante de las viviendas estudio de caso en 2014

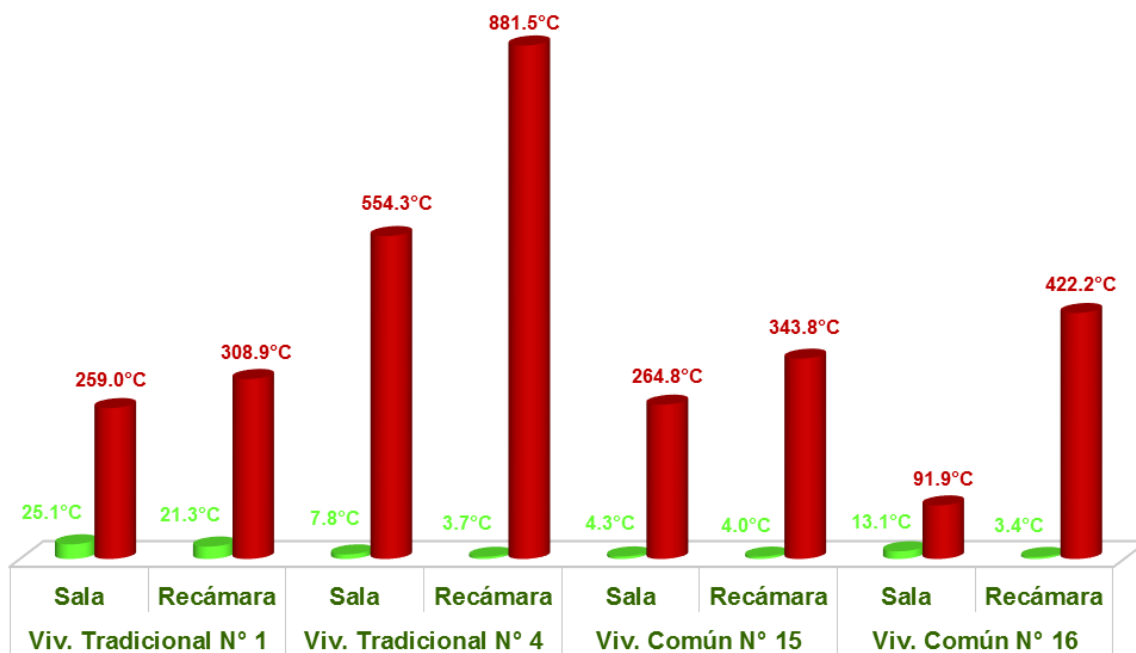


FUENTE: Hobo's data logger. Gráfico: Elaboración Propia.

#### 4.11 Diferencias térmicas con respecto a la demasía y pérdida, su adaptabilidad higrotérmica anual de temperatura media mensual al interior de las viviendas estudio de caso en 2014

Gráfico N° 106

Total de diferencias térmicas en °C con respecto al límite superior e inferior comportamiento anual de temperatura media mensual



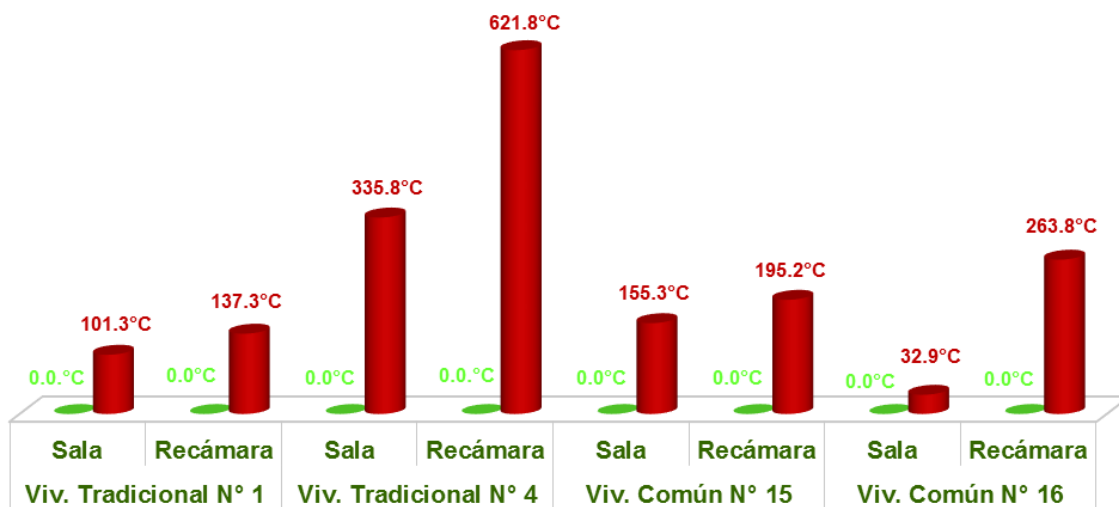
FUENTE: HOBOS valores interiores. Gráfico: Elaboración Propia.

Diferencia Térmica -

Diferencia Térmica +

Gráfico N° 107

Total de diferencias térmicas en °C con respecto al límite superior e inferior Comportamiento anual de temperatura del día típico medio mensual

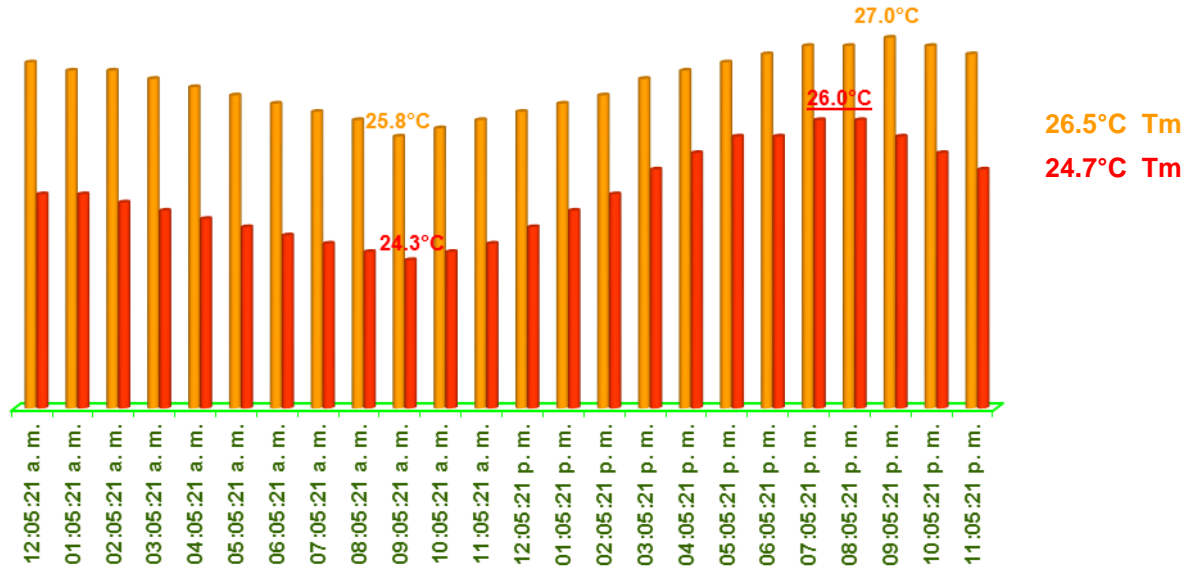


FUENTE: HOBOS valores interiores. Gráfico: Elaboración Propia.



#### 4.12 Oscilaciones térmicas con respecto a la temperatura y humedad relativa media según-hora mes de las viviendas estudio de caso en 2014

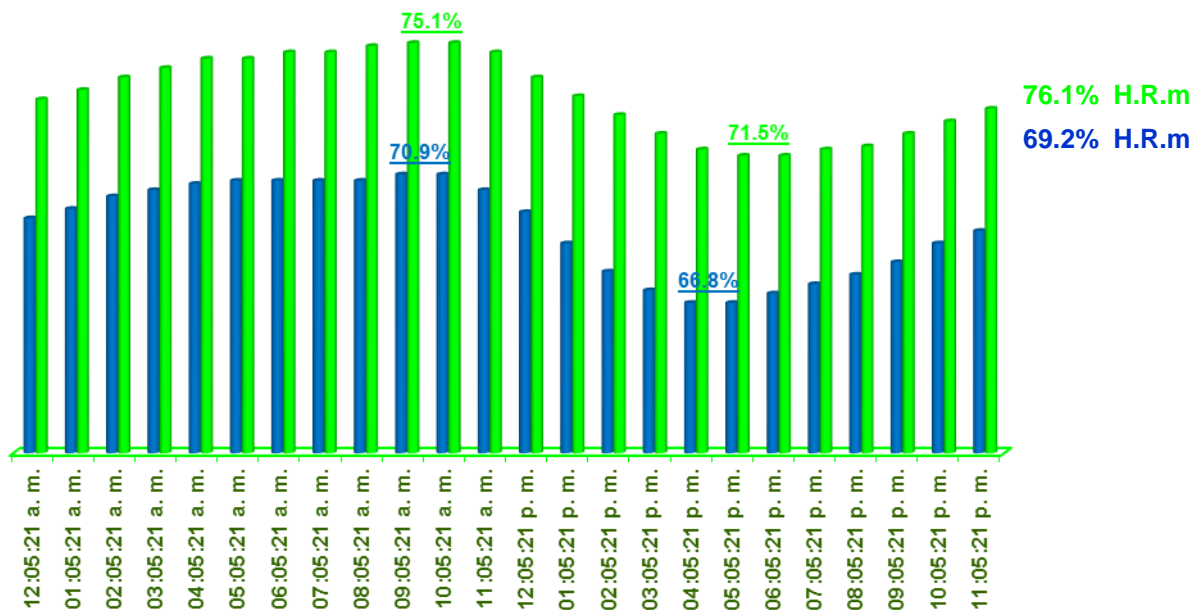
Gráfico N° 108  
Vivienda tradicional N° 1 en la sala



FUENTE: HOBO N° 1 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

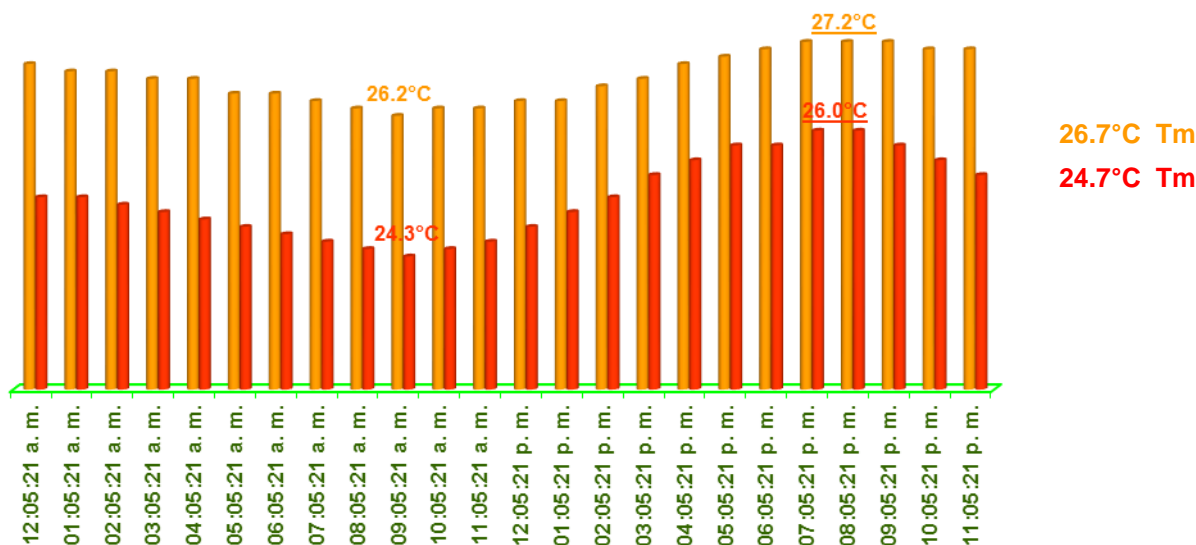
Temperatura Interior  
Temperatura Exterior  
Humedad relativa Exterior  
Humedad relativa Interior

Gráfico N° 109  
Vivienda tradicional N° 1 en la sala



FUENTE: HOBO N° 1 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

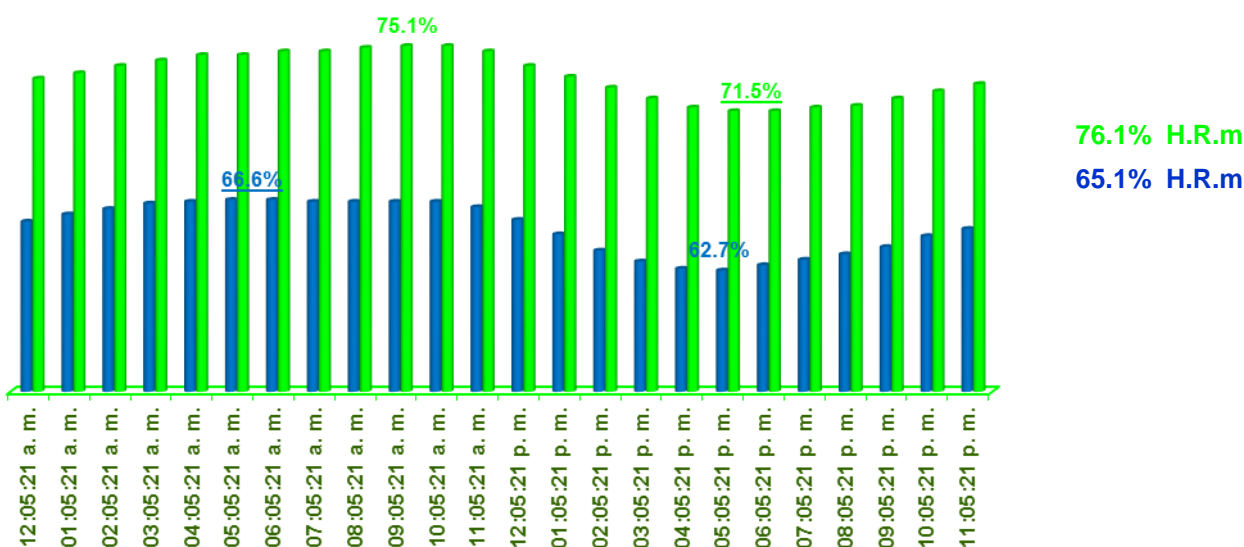
Gráfico N° 110  
Vivienda tradicional N° 1 en la recámara



FUENTE: HOBO N° 2 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

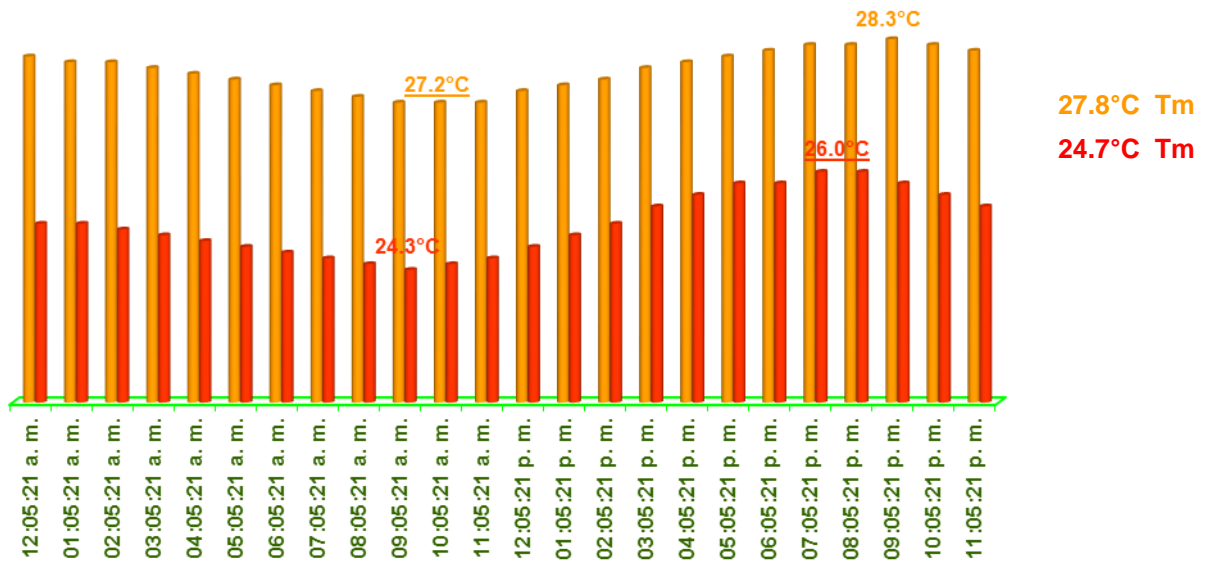
Temperatura Interior  
Temperatura Exterior  
Humedad relativa Exterior  
Humedad relativa Interior

Gráfico N° 111  
Vivienda tradicional N° 1 en la recámara



FUENTE: HOBO N° 2 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

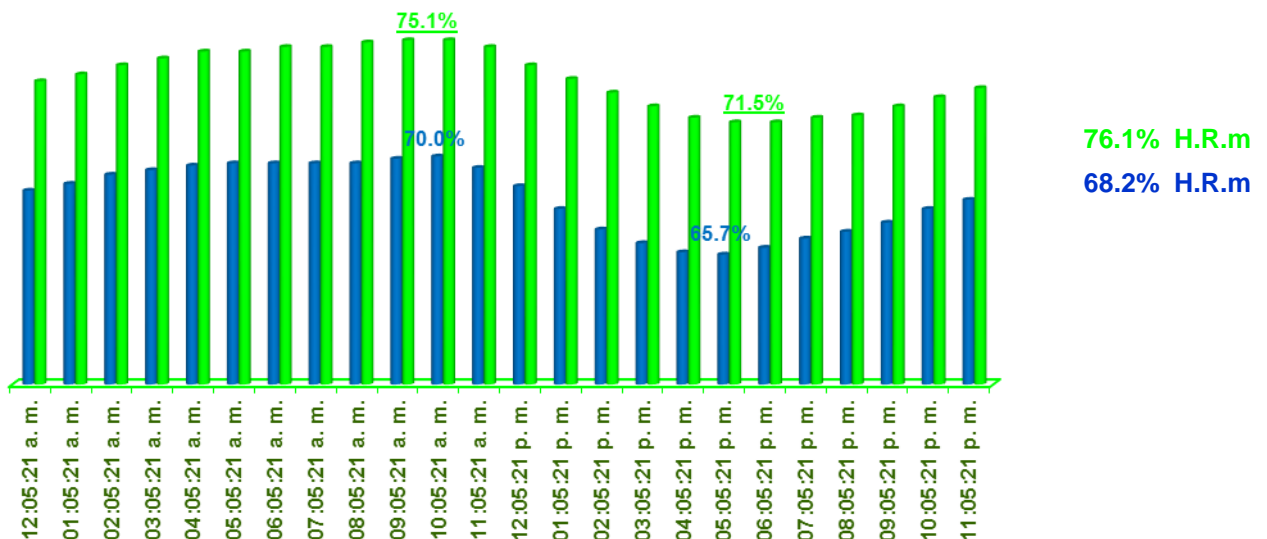
Gráfico N° 112  
Vivienda tradicional N° 4 en la sala



FUENTE: HOBO N° 13 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

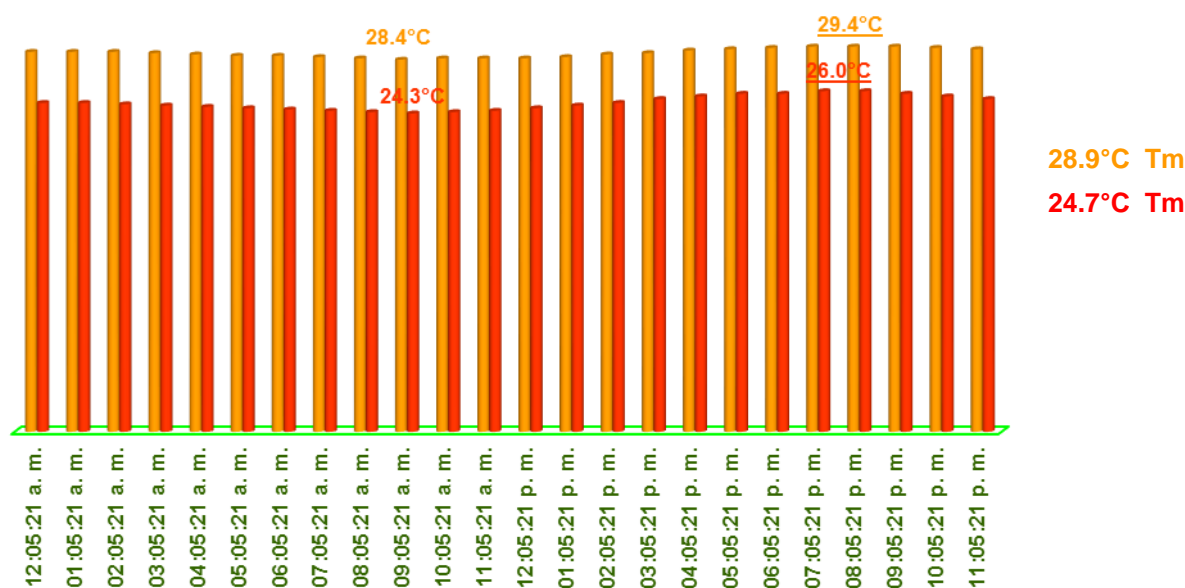
Temperatura Interior  
Temperatura Exterior  
Humedad relativa Exterior  
Humedad relativa Interior

Gráfico N° 113  
Vivienda tradicional N° 4 en la sala



FUENTE: HOBO N° 13 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

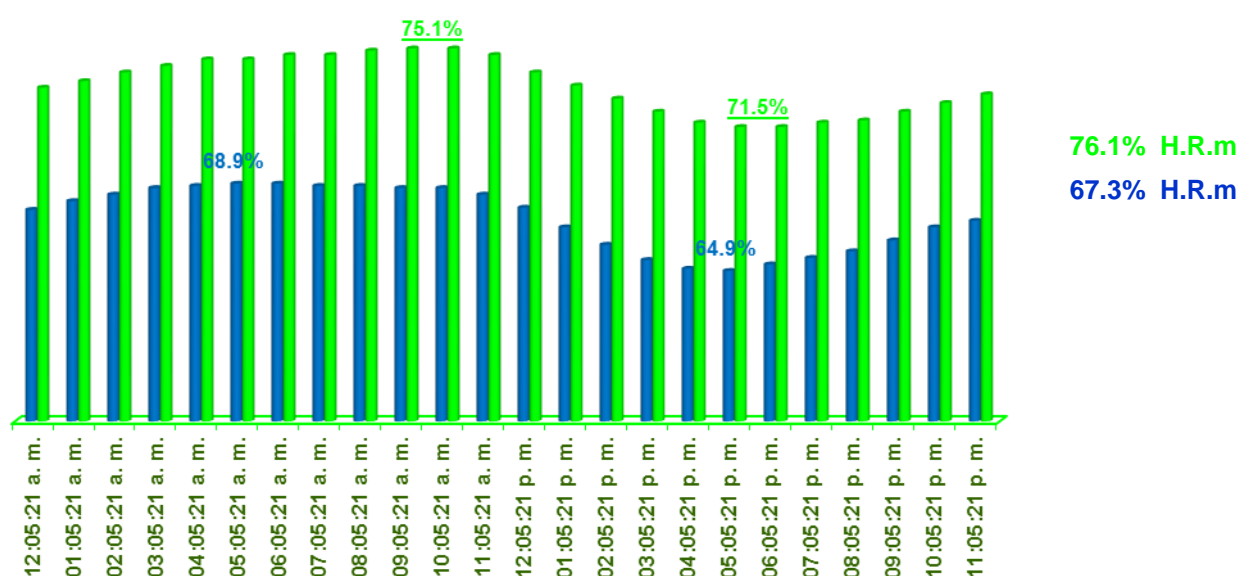
Gráfico N° 114  
Vivienda tradicional N° 4 en la recámara



FUENTE: HOBO N° 14 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

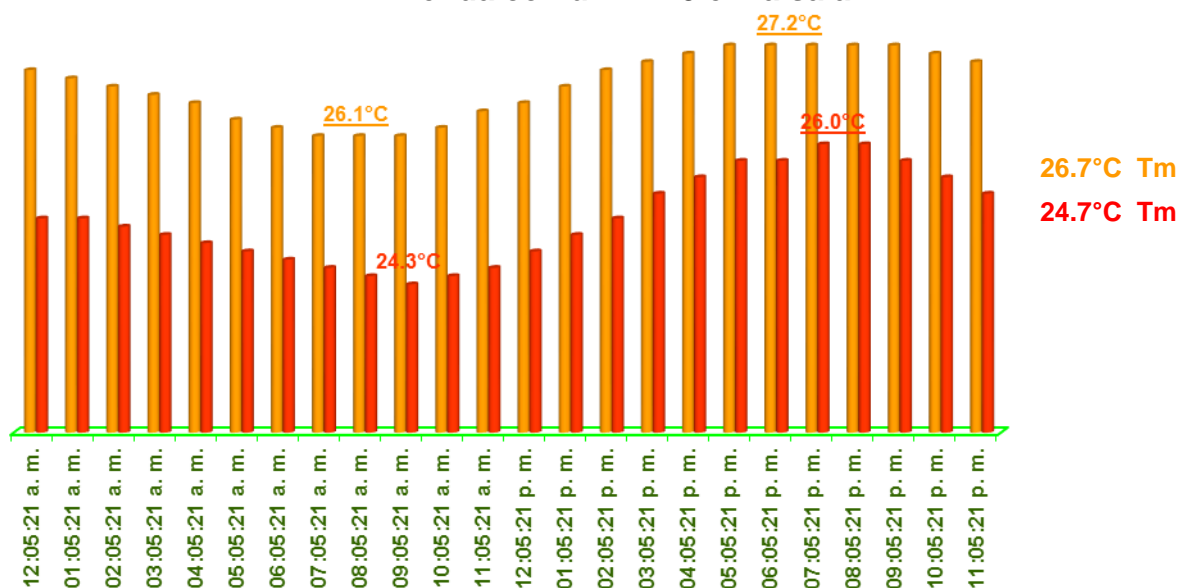
Temperatura Interior  
Temperatura Exterior  
Humedad relativa Exterior  
Humedad relativa Interior

Gráfico N° 115  
Vivienda tradicional N° 4 en la recámara



FUENTE: HOBO N° 14 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

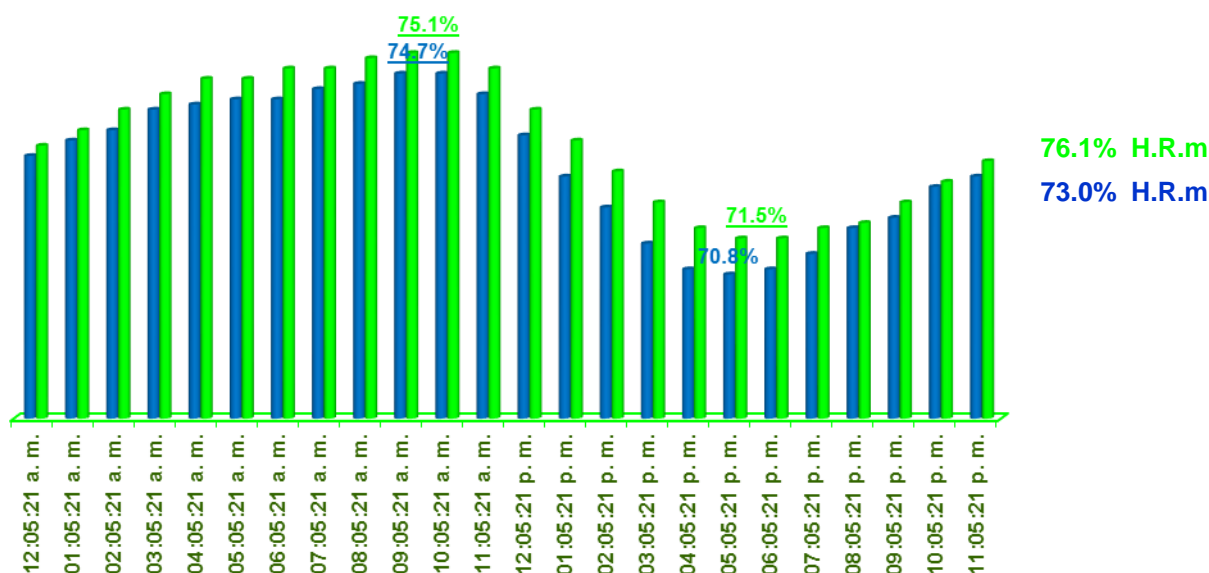
Gráfico N° 116  
Vivienda común N° 15 en la sala



FUENTE: HOBO N° 11 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

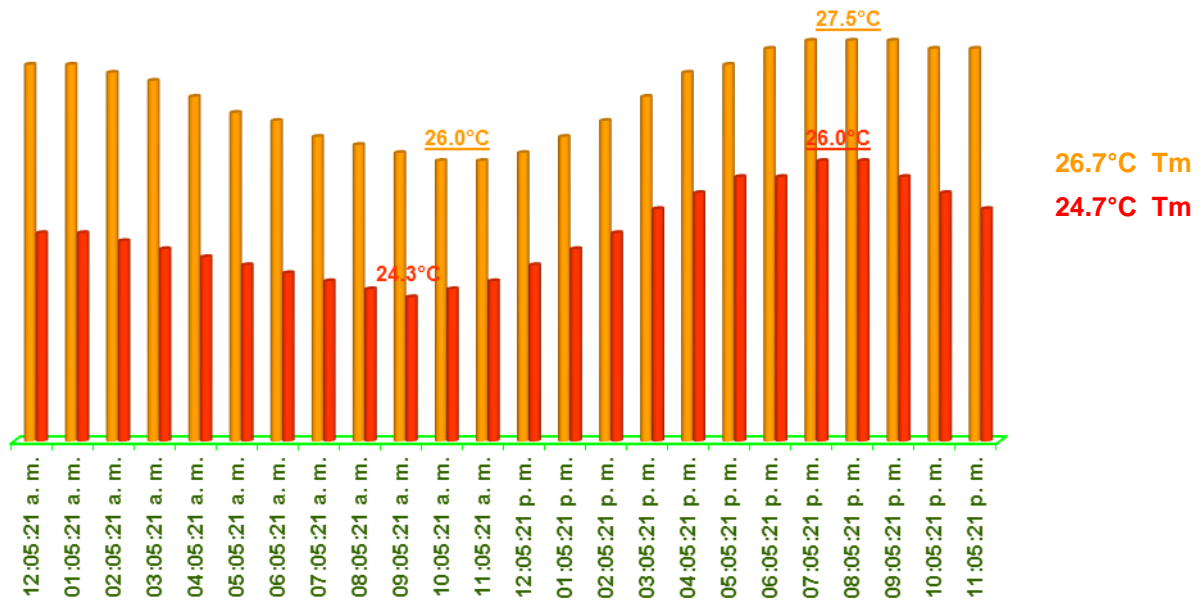
Temperatura Interior  
Temperatura Exterior  
Humedad relativa Exterior  
Humedad relativa Interior

Gráfico N° 117  
Vivienda común N° 15 en la sala



FUENTE: HOBO N° 11 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

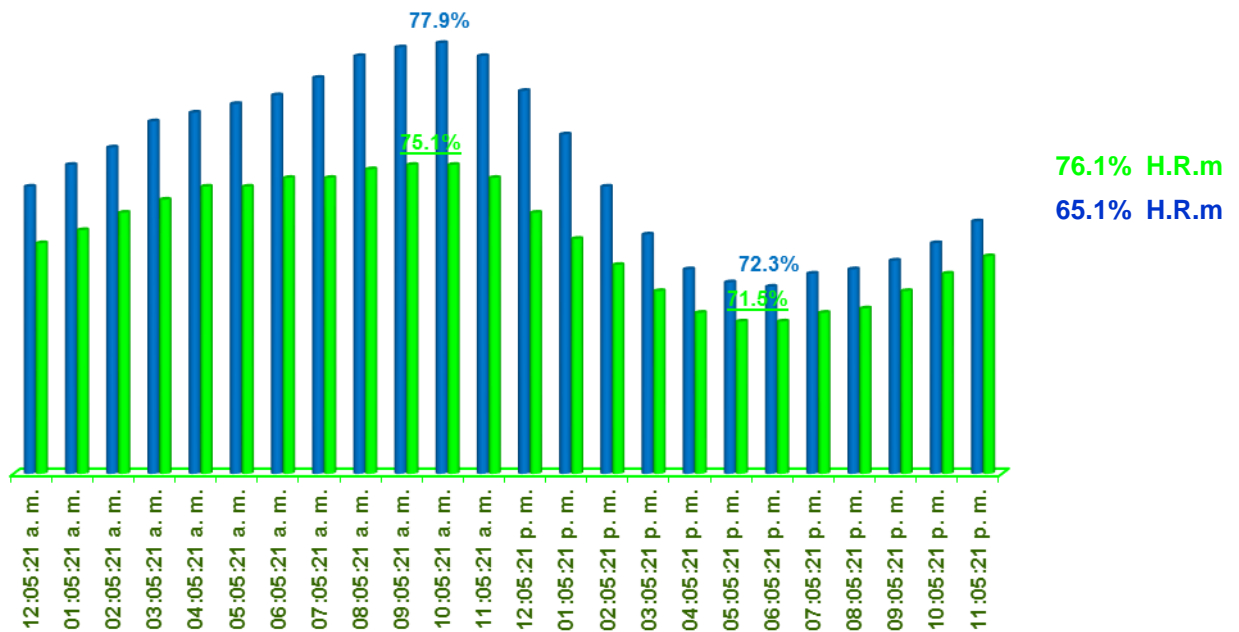
Gráfico N° 118  
Vivienda común N° 15 en la recámara



FUENTE: HOBO N° 12 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

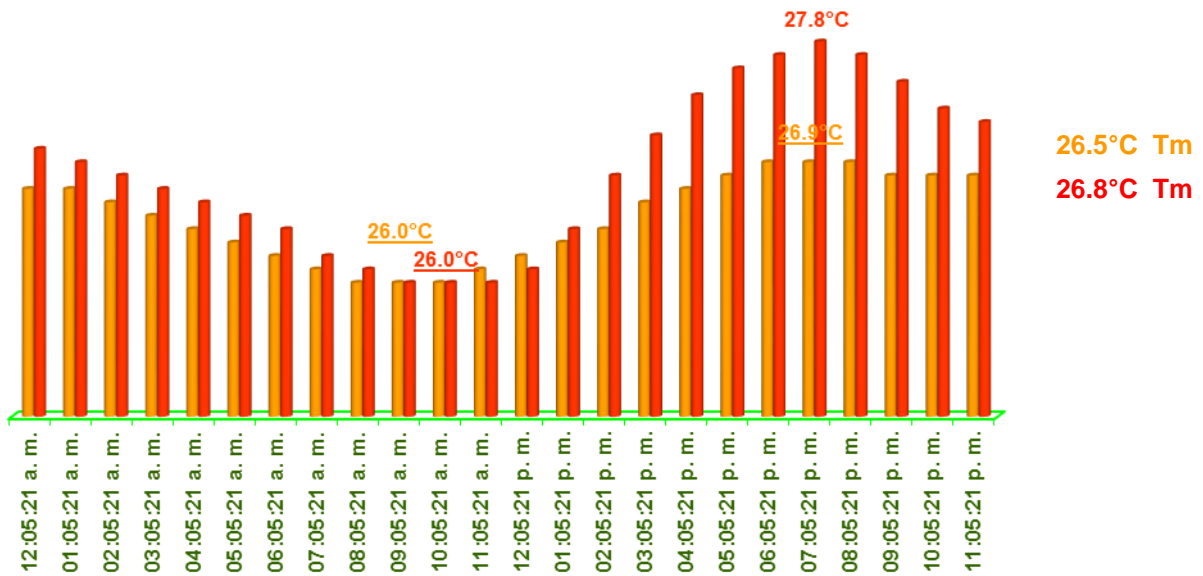
Temperatura Interior  
Temperatura Exterior  
Humedad relativa Exterior  
Humedad relativa Interior

Gráfico N° 119  
Vivienda común N° 15 en la recámara



FUENTE: HOBO N° 12 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

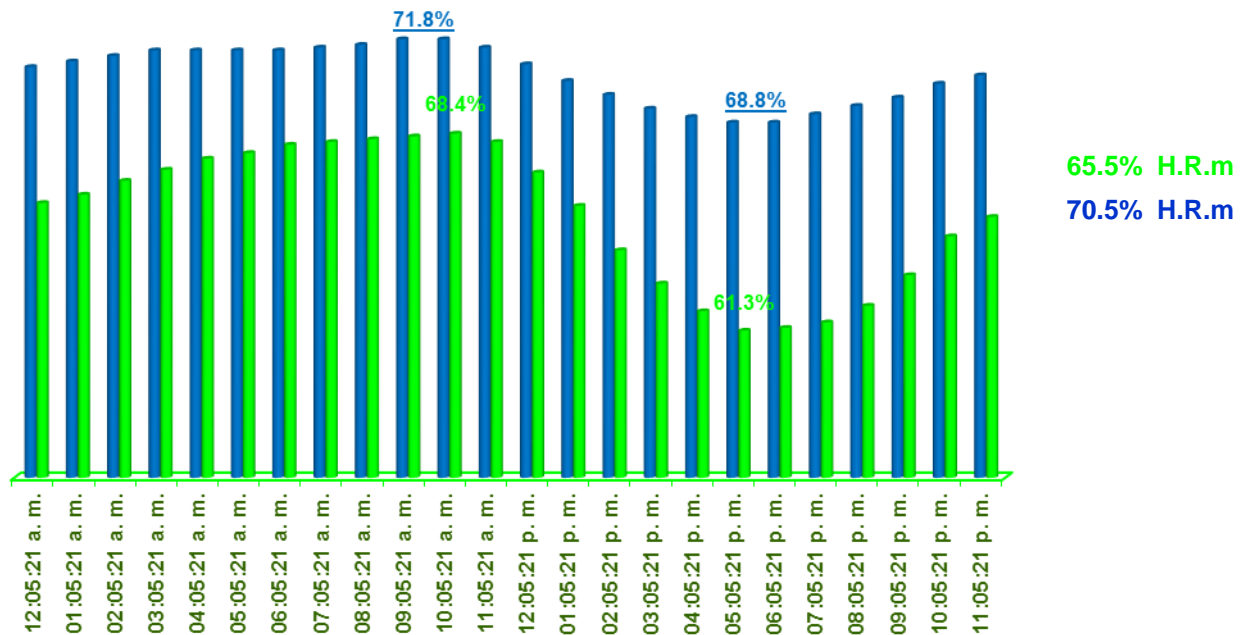
Gráfico N° 120  
Vivienda común N° 16 en la sala



FUENTE: HOBO N° 15 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

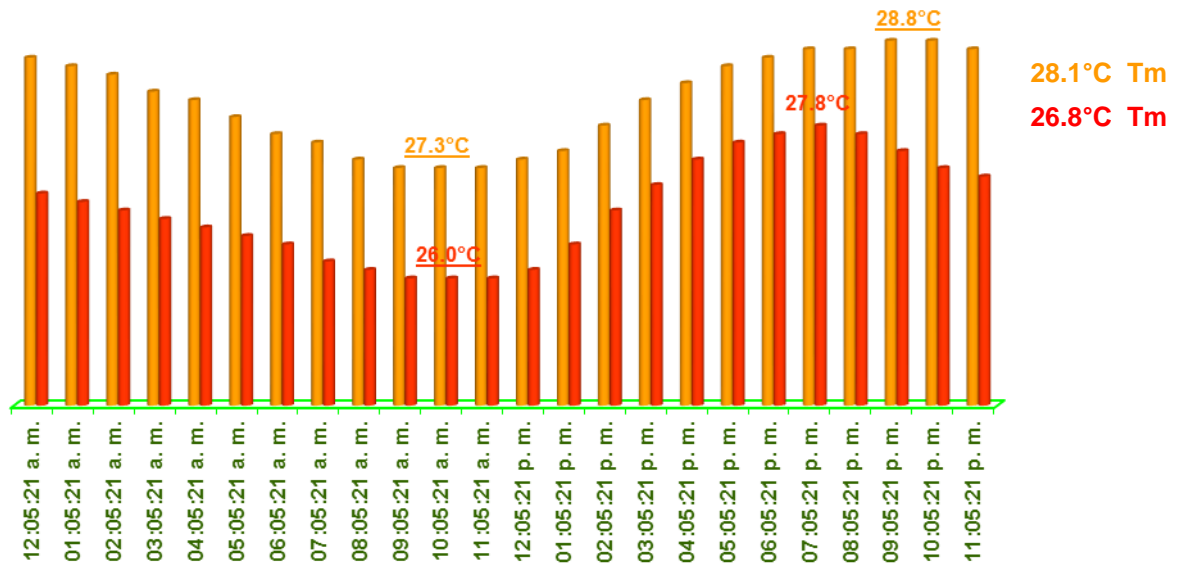
Temperatura Interior  
Temperatura Exterior  
Humedad relativa Exterior  
Humedad relativa Interior

Gráfico N° 121  
Vivienda común N° 16 en la sala



FUENTE: HOBO N° 15 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

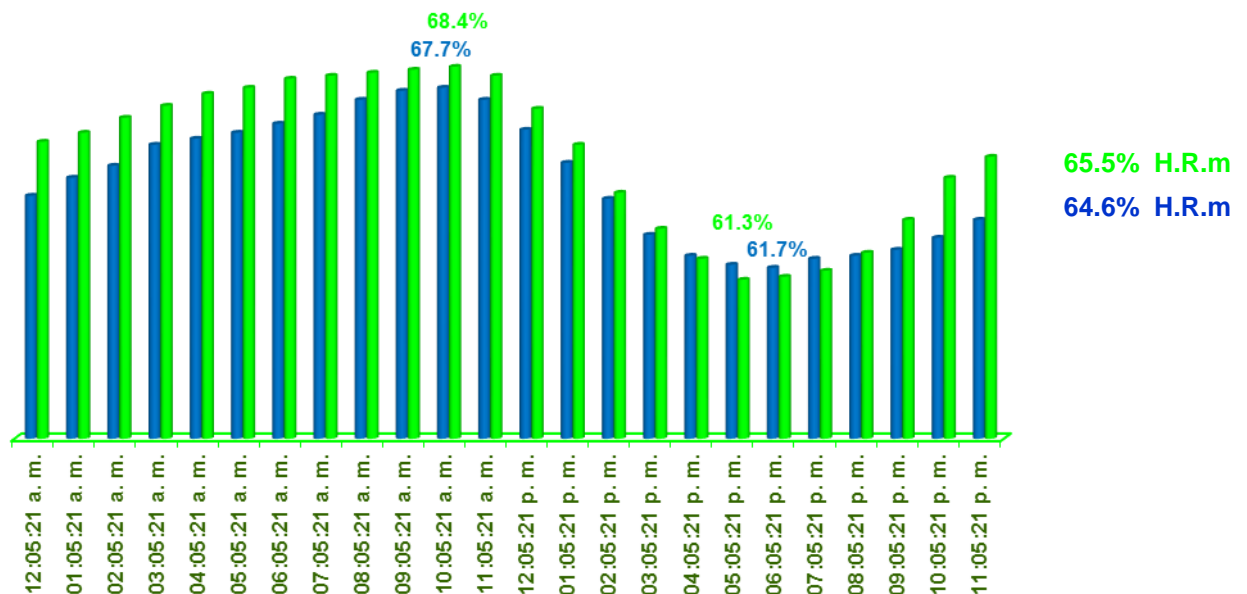
Gráfico N° 122  
Vivienda común N° 16 en la recámara



FUENTE: HOBO N° 16 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

Temperatura Interior  
Temperatura Exterior  
Humedad relativa Exterior  
Humedad relativa Interior

Gráfico N° 123  
Vivienda común N° 16 en la recámara



FUENTE: HOBO N° 16 valores interiores y SENEAM. Gráfico: Elaboración Propia.

En el siguiente Capítulo V se presentan las conclusiones finales del presente trabajo de investigación.



# Capítulo V



## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

Las conclusiones son la síntesis de los resultados por medio de valores térmicos emanada del trabajo de investigación, en primera instancia del análisis climático histórico, así como de la distribución de nodos, la conformación de los mapas isotérmicos por medio de los transectos, la realización de las islas de calor urbano y su escala térmica, y los perfiles térmicos del transecto longitudinal Norte-Sur para invierno y verano; así como la realización de los gráficos higrotérmicos contrastados con los adaptativos y el modelo estadístico aplicado, para el comportamiento anual de temperatura y humedad relativa media mensual y del día típico medio anual, con su respectiva diferencia térmica negativa y positiva.

Asimismo el diferencial de amplitud de temperatura y humedad relativa, la oscilación del día típico medio mensual interior-exterior y la diferencia térmica negativa y positiva. Por último, la temperatura y humedad relativa media según hora-mes de las viviendas estudio de caso.

Así como la observación de variables ajenas donde se comparan la calificación higrotérmica obtenida en las viviendas estudio de caso, que se exponen puntualmente a continuación.

Por lo tanto, se determina en lo conclusivo, lo obtenido del análisis climático histórico, de las islas de calor urbano para macro, meso y microclima y las estrategias de adaptabilidad y la clasificación, y se

establece el grado de adaptabilidad higrotérmica, al interior de las viviendas estudio de caso.

### 5.1 Conclusiones del análisis climático histórico

En primera instancia, del análisis climático histórico de Tampico, México se desprende que la temperatura media anual es de 25.00°C, la tendencia de temperatura media anual de los últimos 25 años es de +0.40°C.

La humedad relativa media anual es de 77.00%. El año que mayor humedad relativa media anual presenta en el análisis histórico es 1995 con el 82.00%, el año con menor precipitación media anual menor es 2006 con 72.00%.

Los años con mayor temperatura media anual son 1998 y 2012 con 26°C; la oscilación térmica entre ambos es de 1.40°C.

El mes con mayor humedad relativa media es enero con 80.00% y el mes con menor humedad relativa media mayo con 76.00%.

El mes con temperatura media más baja es enero con 19.00°C, considerado el mes crítico y el mes con temperatura media más alta es agosto con 29.00°C como el mes más crítico, la oscilación entre ambas es de 10.00°C.

|   |  |
|---|--|
| La temperatura media de primavera es de | 25.00°C                                |
| La temperatura media de verano es de    | <b>29.00°C</b> <i>Estación Crítica</i> |
| La temperatura media de otoño es de     | 26.00°C                                |
| La temperatura media de invierno es de  | <b>20.00°C</b> <i>Estación Crítica</i> |

|  |        |
|--|--------|
| La humedad relativa media de primavera es de | 77.00% |
| La humedad relativa media de verano es de    | 77.00% |
| La humedad relativa media de otoño es de     | 77.00% |
| La humedad relativa media de invierno es de  | 79.00% |

La precipitación estándar media anual es de 14.30 mm, el año con mayor precipitación pluvial media estándar es 2002 con 66.00 mm y el año con menor precipitación media estándar es 1989 con 0.08 mm.

El mes de mayor precipitación media es octubre con 30.00 mm, y el de menor precipitación media es marzo con 4.50 mm.

Los meses con menor precipitación pluvial son de diciembre a abril, en las estaciones de invierno y primavera.

Los meses con mayor precipitación pluvial son de mayo a noviembre, en las estaciones de verano y otoño.

La velocidad de los vientos reinantes media anual es de 3.60 m/s destacando con dirección Sureste, la velocidad de los vientos dominantes, quienes someten en intensidad a los reinantes producen una velocidad media anual de 8.60 m/s e influyen principalmente con dirección Norte.

Asimismo el comportamiento anual de temperatura media mensual de 2014 es de 25.30°C con un diferencial térmico superior de +0.30°C en contraste con la histórica.

El mes de 2014 con temperatura más baja media es enero con 17.40°C por lo tanto es el mes más crítico para la estación de invierno.

También el mes de 2014 con la temperatura más alta media es agosto con 30.10°C por lo que es el mes más crítico para la estación de verano. La oscilación térmica entre ambas es de 12.71°C.

Se deriva por lo tanto, que la temperatura media de invierno es de 19.50°C y la temperatura media del verano es de 29.30°C, siendo las estaciones críticas por analizar en el estudio.

Para el presente trabajo se determina que las estaciones críticas y pertinentes para poder realizar el experimento de investigación son invierno y verano, y los meses críticos corresponden a enero y agosto respectivamente.

## 5.2 Conclusiones de la distribución de nodos

Para lograr los índices de la zona de estudio se utilizaron los valores de factor de ocupación del suelo, representativos de cada nodo urbano, por ser este índice el que mejor representa las características propias de la ocupación del territorio. Se procesan dichos valores del factor del suelo con el modelado de AutoCAD al que se le ejecutan cortes horizontales con equidistancias en °C. Así se obtuvieron isolíneas representativas de sus formas de distribución espacial.

La isolínea correspondiente al factor de ocupación del suelo se asume como el límite de la ciudad. Al superponer esta isolínea sobre la trama urbana digitalizada de la ciudad con igual escala de dibujo se regulariza en función de la estructura vial en Tampico, México, por ser ésta donde se asumen los límites geográficos, políticos y administrativos de una ciudad.

La evaluación de la distribución de nodos se realiza sustentándose en tres parámetros característicos:

- Alcance: distancia máxima medida sobre cada orientación cardinal, desde el centro principal hasta la isolínea.
- Extensión: porcentaje de variación entre la distancia del límite urbano al centro principal de cada isla de calor urbano y la distancia del alcance máximo a los límites mínimos de cada isla de calor, medida sobre el eje de cada orientación cardinal.
- Intensidad: valor máximo absoluto de diferencia de temperatura, obtenido en el centro de cada isla de calor urbano.

Los nodos presentan puntos de contrastación de mediciones al cruzarse los vehículos que monitorean los valores térmicos del microclima, los cuales se tipifican en la bitácora y cotejan con los demás para con ellos al unir los de las mismas temperaturas y humedad relativa dan como resultante las isotermas en Tampico, México.

La determinación de los mapas de las isotermas urbanas es mediante los valores térmicos registrados de temperatura en °C de cada uno de los 96

nodos urbanos, se construye un modelo espacial del comportamiento de dicha variable microclimática.

Esta información se procesa mediante el software de interpolación de datos, para convertir la información puntual disponible, en información continua más ajustada a la realidad y comparable con otros datos territoriales. Utilizando un modelado con base radial se realizaron cortes horizontales y se obtuvieron las isotermas urbanas, donde se muestran las de verano e invierno en 2014.

### ***5.3 Conclusiones de los mapas de isotermas y transectos en límite urbano***

Para determinar los mapas de las isolíneas de las isotermas, se consideró como base referencial el primer nodo urbano de cada orientación cardinal, se calculan las contrastaciones de temperaturas en °C correspondientes a los nodos urbanos en la misma dirección. Los valores térmicos obtenidos se procesan para convertir la información exacta disponible en información continua. Utilizando un modelado con base radial. Esto permite obtener isolíneas representativas de la forma de distribución. En general, estas isolíneas resultan concéntricas al origen de los ejes de referencia de la ciudad.

Para invierno las isolíneas concéntricas presentan valores térmicos que van de los 16.00°C a los 22.00°C y en verano son de 22.00°C a 28.00°C como temperaturas medias mensuales de cada isla de calor determinada.

Existen correspondencias, en invierno y verano, entre la ocupación urbana y la modificación antropogénica que la ciudad produce a la temperatura microescalar, verificadas en las consideraciones que a continuación se exponen. La isolínea representativa del límite urbano presenta un patrón similar a la isolínea límite de cada isla de calor urbano.

Las curvas que representan la modificación térmica del clima microescalar que se produce en un área urbana siempre exceden al límite urbano. Esto indica que el efecto térmico del área urbana no se limita solo a

su ocupación del suelo, sino que afecta a sus zonas perimetrales colindantes y se extienden.

La correlación entre el alcance de cada isla de calor y la distancia al límite urbano muestra una tendencia creciente. Ello indica que a medida que se incrementa espacialmente el área urbana, aumenta la distancia máxima desde el centro principal hasta la isolinia. La intensidad de cada isla de calor aumenta según el incremento de la ocupación urbana, el empleo de pavimentos y la falta de vegetación. Dada la tendencia generalizada en relación con el crecimiento de la ciudad, los planificadores urbanos deberán considerar como una importante variable microclimática de estudio, este aumento en la diferencia entre la temperatura urbana y la no urbana.

La investigación experimental aplicada refleja los datos climatológicos del macroclima de CONAGUA y SENEAM utilizados como puntos de referencia y contraste, con los valores térmicos de temperatura de los mapas de isotermas del microclima, por medio de sus transectos en el límite urbano que son comparados para asegurar que en enero de 2014 la temperatura media exterior durante el experimento es de 20.00°C y los mapas de isotermas presentan en invierno transectos que van de los 18.00 a 26.00°C como temperatura media, con variaciones térmicas de -2.00 hasta los +6.00°C en sus transectos críticos marcados en color verde; y temperatura media de verano es de 29.00°C, y los valores en los transectos van de los 26.00 a 34.00°C, con variaciones de -3.00 hasta los +5.00°C.

Los mapas de isotermas presentados en AutoCAD son la idea inicial de las islas de calor urbano identificadas en el área de estudio, donde exhiben una clara relación espacial con las superficies escasamente vegetadas, de menor contenido de humedad relativa y de más baja reflectividad, lo que permite explicar las altas temperaturas que las caracterizan.

Los mapas de las isotermas en la zona de estudio presentan una degradación ambiental relevante de la calidad del hábitat en Tampico, México no sólo generan el stress térmico que afecta a la comodidad de la población, sino que además facilitan la contaminación fotoquímica de la atmósfera, que afecta a la salud y la convergencia de las pautas de

contaminación hacia las áreas más cálidas de la ciudad. La relación entre el fortalecimiento de las islas de calor urbano y la ocurrencia de ondas de calor en la ciudad es una preocupación creciente, principalmente en invierno, el cual se está extendiendo cada año más.

En lo conclusivo, el mapa de isotermas proporciona la unión de puntos de similar temperatura microclimática cotejada con los transectos críticos que dan como resultante las diferentes islas de calor identificadas en Tampico, México.

#### ***5.4 Conclusiones de las islas de calor urbano y su escala térmica***

Los planificadores y los gestores urbanos en el crecimiento de Tampico, México comparten importantes responsabilidades sobre los cambios climáticos existentes y futuros en la ciudad, como las bajas condiciones de calidad de vida urbana que afectan a la mayor parte de la población por; incomodidad térmica, contaminación atmosférica, enfermedades respiratorias y crónicas relacionadas, riesgos naturales como inundaciones, avalanchas y anegamientos, estos factores revelan severas y permanentes fallas en la planificación y gestión de las ciudades, constituyen un urgente llamado para resolver estas situaciones acumulativas.

Una variable ajena que se observa, es que el microclima del centro histórico de la ciudad produce el aumento de la temperatura al interior de las edificaciones, ya que el 87.00% de las destinadas a viviendas en el primero y segundo cuadro de la ciudad se transforman en comercios, oficinas, tiendas, escuelas y restaurantes, entre otros.

La variación de zonas densas del centro histórico y franjas periféricas con agua y vegetación es demostrativa del impacto al hábitat construido, con vialidades de hormigón, derrumbe de antiguos edificios para convertirlos en estacionamiento con materiales cálidos como los asfaltos, comercios y oficinas con climatización de alto tonelaje.

Sin embargo, y a pesar que tanto la densidad de la masa edificada como las alturas de los edificios son menores en los nuevos centros comerciales como la Zona Dorada, se considera que la gran extensión de superficies de



estacionamiento de vehículos con asfalto oscuro sin presencia de vegetación y la gran capacidad de los equipos de refrigeración son factores que influyen en las temperaturas registradas en estas zonas, adicionalmente a la concentración de tránsito.

En Tampico, México se contemplan actualmente 92, 517 viviendas registradas ante la Dirección de Obras Públicas el 65.00% de ellas se ubicada al Norte de la ciudad, donde coinciden con altos registros térmicos. Las lagunas, tanto dentro de la zona urbana como las adyacentes a la zona estudiada, presentan temperaturas menores, mientras el efecto moderador del mar también es aparente, con el sistema de brisas del mesoclima tropical en Tampico, México.

En lo conclusivo en lo que respecta a la climatología urbana por modificación antropogénica a diferencia de estudios anteriores, donde se verifica una sola isla de calor en la ciudad, con temperaturas crecientes hacia el centro de la zona urbana, en este trabajo se detectan varias zonas de mayor temperatura, coincidentes con distintos centros en una estructura urbana poli-céntrica, por lo tanto el estudio es pionero en la región. Las islas de calor obtenidas del trabajo de investigación, tanto en invierno como para verano presentan en su morfología dimensiones muy similares, pero con diferentes valores térmicos.

Para contribuir a la mitigación de las islas de calor y mejorar la calidad del hábitat, se debe mantener espejos de agua y franjas de vegetación en la zona urbana, así como evitar grandes extensiones de asfalto, especialmente en estacionamientos vehiculares, así como considerar a Tampico, México como una ciudad más compacta lo que implica crecimiento vertical y redundancia en distancias más cortas, evitando con esto el indiscriminado uso del vehículo y priorizando al peatón y al uso de la bicicleta, así también se invierten recursos en lo que en promedio representa el 70.00% de la población que se mueve a pie o en transporte público.

### **5.5 Conclusiones del perfil térmico longitudinal del transecto Norte-Sur**

Se reivindica también la utilización de tres formas bien características del paisaje que suelen representarse, a menudo, gráficamente en el perfil térmico longitudinal.

Cuando se analiza con detalle el perfil térmico longitudinal Norte-Sur de las islas de calor es muy frecuente observar un tramo donde la temperatura aumenta notablemente en muy poca distancia, dibujándose un escalón en dicho perfil. Ese escalón que suele producirse en el límite o frontera entre el área rural o sin urbanizar y el área suburbana o con algún grado de urbanización o espejos de agua es, precisamente, el escarpe del perfil térmico en el transecto marcado, de un modo análogo al escarpe topográfico.

El escarpe más pronunciado en el transecto longitudinal en enero es de  $+01.11^{\circ}\text{C}$  de temperatura y el de agosto es de  $+03.47^{\circ}\text{C}$  de Temperatura.

De la misma manera, el término meseta térmica parece el idóneo para designar ese sector que aparece en el perfil térmico longitudinal, sobre elevado, cubriendo de un modo bastante homogéneo una extensa superficie de la ciudad.

En Tampico, México el centro urbano con sus notables dimensiones, caracterizadas por ser muy homogéneos en su morfología, como es el caso del Centro Histórico, es bastante frecuente que el transecto adopte una forma o configuración de meseta térmica media de  $\pm 0.03^{\circ}\text{C}$  en invierno y para verano de  $\pm 0.15^{\circ}\text{C}$  de temperatura.

En cambio, en otras ocasiones, el aumento de la temperatura puede ser mayor todavía, alcanzando un valor máximo en un punto localizado, situación que se advierte en el perfil térmico longitudinal con la forma de pico que dibuja la curva de temperatura.

El pico térmico en enero es de  $15.01^{\circ}\text{C}$  de temperatura con una humedad relativa del 77.40% y para agosto el pico térmico de temperatura es de  $30.47^{\circ}\text{C}$  con una humedad relativa del 73.71%.

Por otro lado, el uso de la tierra complejo/patrones de cobertura en zonas urbanas influyen significativamente sus condiciones prevalecientes de la temperatura superficial. Como resultante de la refrigeración y calefacción diferencial de los diferentes usos de la tierra/cubierta, rangos de temperatura grandes están asociados con la tierra desnuda y la superficie construida.

Los rangos bajos se encuentran en cuerpos de cobertura vegetal y agua. Condiciones de muy altas y bajas temperaturas en la superficie construida tienen impactos directos y negativos sobre las condiciones de salud, y por lo tanto son imprescindibles para estudiar.

Por lo tanto, un intento se ha hecho en esta investigación para analizar las variaciones estacionales en la temperatura de la superficie en la ciudad de Tampico, México para invierno y verano, 2014.

Son utilizadas dichas variaciones para interpretar la distribución y los cambios de la temperatura superficial. Mediante un total de ocho transectos de todas las categorías de uso del suelo/cubierta fueron llevadas a generalizar los patrones del perfil térmico con orientación Norte-Sur. Los patrones de temperatura superficial extraídos reflejan la dinámica espacial y temporal de la temperatura de más de diferente uso de la tierra/cubierta.

El presente trabajo determina como Zonas Climáticas Locales (ZCL's) a aquellas que comprenden una nueva y sistemática clasificación de los sitios de campo para los estudios de las islas de calor.

La clasificación divide los paisajes urbanos y aledaños estándar, cada uno definido por las propiedades estructurales de la cubierta y de la tierra que influyen en la temperatura del aire y humedad relativa a la altura del microclima. Como lo puede ser el Aeropuerto Internacional, la Laguna del Carpintero y en contraste con la capa de asfalto de la ciudad y el Sistema Lagunario del Chairel.

Este estudio es el primero en evaluar la división conceptual de ZCL's con las observaciones de temperatura y resultados de la simulación de modelos de superficie-atmósfera. Los resultados confirman que existen contrastes térmicos entre todas las clases ZCL, y que tales contrastes se

rigen en gran medida por la altura del edificio y el espacio, la fracción de superficie permeable, la densidad de árboles, y la humedad del suelo.

Por lo tanto, la partición de paisajes en las clases de cobertura estructural y de la tierra, o ZCL's, se considera justificada a efectos de clasificación de sitios de campo en los estudios de las islas de calor. También se justifica el uso de la diferencia de temperatura entre cada zona del perfil térmico del transecto Norte-Sur para cuantificar la magnitud de temperatura y humedad relativa ambiental de cada isla de calor.

A través del perfil térmico del transecto Norte-Sur producido para el área de estudio, se presenta un incremento espacial y temporal de la Superficie Terrestre (ST) notable en la dirección Norte; con una temperatura media de 14.00°C 79.00% de humedad relativa en enero, y 30.00°C de temperatura media y 76.00% de humedad relativa media para agosto; de diferencia entre estas áreas. Dando en lo conclusivo que la zona Norte, con alta concentración urbana, presentó la tendencia térmica con más altos valores de temperatura +0.30°C en enero y +0.65°C en agosto.

Al observar y medir la oscilación de las condiciones del ambiente en sus áreas por mediciones térmicas, se determina que entre las dos variables estudiadas temperatura y humedad relativa, existe una correlación perfectamente lineal pero inversa, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas, en el perfil térmico longitudinal, tanto en invierno como verano, en Tampico, México.

### ***5.6 Conclusiones del perfil térmico longitudinal Norte-Sur con las islas de calor***

Se observa el recorrido por la principal vialidad de la Ciudad y Puerto de Tampico, México realizado en el mes de enero de 2014 con sus valores térmicos medios, en dirección Norte-Sur. Con una temperatura media en invierno de 20.00°C con un aumento de temperatura en el microclima del transecto de +03.10°C.

Da inicio en la Calle Burton G. Grossman que es el Límite Municipal

entre Tampico y Altamira en la Carretera Tampico-Mante de la Zona Norte con dirección hacia la Zona Centro topando al final del segundo cuadro con ligera cercanía al Río Pánuco limítrofe con el Estado de Veracruz.

También se observa el mismo recorrido por la principal vialidad de la Ciudad y Puerto de Tampico, México realizado en agosto de 2014 con sus valores térmicos medios, en dirección Norte-Sur. Con una temperatura media en verano de 29.00°C con un aumento de +01.50°C.

Inicia en la Calle Burton G. Grossman que es el Límite Municipal entre Tampico y Altamira en la Carretera Tampico-Mante de la Zona Norte con dirección hacia la Zona Centro topando al final del segundo cuadro con ligera cercanía al Río Pánuco limítrofe con el Estado de Veracruz.

### **5.7 Conclusiones de la calidad del hábitat**

Con relación a la tipología tradicional, las viviendas dos evaluadas ostentan soluciones constructivas con materiales térmicos como lo es la bóveda catalana que sirve de colchón térmico, los muros gruesos de ladrillo de milpa y aplanados de caliche con terminación en colores claros al interior y exterior, con cimientos de piedra braza.

La vivienda tradicional N° 1, despliega una planta arquitectónica de abierta distribución espacial y formal en su emplazamiento con relación al Eje Norte-Sur y justifica un pasillo lateral de servicio, favorable como colchón térmico, en sentido al asoleamiento con el poniente.

Pero en contraste la vivienda tradicional N° 4 revela deficiencias en su distribución espacial y formal, al ser una simple planta arquitectónica rectangular y carecer de aberturas en sus fachadas laterales Este-Oeste.

Con lo ante dicho se concluye de los gráficos de las estrategias de adaptabilidad y clasificación higrotérmica interior de las viviendas estudio de caso.

***La vivienda tradicional N° 1 que en la sala,*** brinda una arquitectura de opción pasiva, se encuentra en la zona de comodidad tanto en invierno como en verano, requiere de ventilación cruzada y condiciona a la deshumidificación del espacio. *La clasificación higrotérmica media anual para la sala es de un espacio moderado y cálido húmedo.*

***La vivienda tradicional N° 1 que en la recámara,*** refleja una arquitectura de opción pasiva, se encuentra en la zona de comodidad tanto en invierno como en verano, condiciona a una ventilación cruzada y demanda buena deshumidificación. *La clasificación higrotérmica media anual de la recámara es de un espacio moderado y cálido húmedo.*

***La vivienda tradicional N° 4 que en la sala,*** también con una arquitectura de opción pasiva, y como estrategias de adaptabilidad bioclimática se encuentra en la zona de comodidad tanto en invierno como en verano, precisa de una buena ventilación cruzada y condiciona a la deshumidificación. *Su clasificación higrotérmica media anual en la sala es de un espacio cálido húmedo.*

***La vivienda tradicional N° 4 que en la recámara*** presenta una arquitectura de opción pasiva y como estrategias de adaptabilidad bioclimática, se encuentra en la zona de comodidad de verano, apremia a una ventilación cruzada y solicita la deshumidificación espacial. *La clasificación higrotérmica media anual de la recámara es de un espacio cálido húmedo.*

La vivienda común estudio de caso presenta en ambas plantas arquitectónicas de dos niveles buena distribución espacial y formal, los espacios son mínimos pero considerables para las funciones esenciales de los usuarios.

Las soluciones constructivas son a base de cimientos de hormigón, muros de block pesado con acabados interiores de pasta de yeso y exteriores en cemento-arena, ambas viviendas comunes con cubiertas aligeradas con ciertas bondades térmicas.

La vivienda común N° 15 presenta una planta arquitectónica de distribución espacial y formal que está en desventaja por no presentar aberturas en sus fachadas Este-Oeste, descuidando con ello la dirección de los vientos reinantes y por lo tanto no permite la aireación.

La vivienda común N° 16, manifiesta en su planta arquitectónica una distribución espacial y formal con respecto a la orientación de sus aberturas que están en sentido de su emplazamiento Este-Oeste, posibilitando con ello coincidir con la dirección de los vientos reinantes. Pero, no presenta aberturas en sus fachadas Norte-Sur.

La vivienda común, en la planta alta el porcentaje de desventaja térmica es mayor que en la planta baja, por estar en contacto con la cubierta de azotea y logrando una conducción térmica al interior de las recámaras por radiación solar directa.

***La vivienda común N° 15 en la sala,*** ofrece una arquitectura de opción pasiva, se encuentra en la zona de comodidad sólo en verano y precisa de una buena ventilación cruzada. *La clasificación higrotérmica media anual de la sala es de un espacio cálido húmedo.*

***La vivienda común N° 15 que en la recámara,*** que también manifiesta una arquitectura de opción pasiva, se encuentra en la zona de comodidad sólo en verano, demanda una ventilación cruzada e insta una buena deshumidificación del espacio. *La clasificación higrotérmica media anual de la recámara es de un espacio cálido húmedo.*

***La vivienda común N° 16 en la sala,*** también con una arquitectura de opción pasiva, y como estrategias de adaptabilidad bioclimática se encuentra en la zona de comodidad sólo en verano y apremia de una ventilación cruzada. *La clasificación higrotérmica media anual de la sala es un espacio cálido húmedo.*

***La vivienda común N° 16 en la recámara,*** presenta una arquitectura de opción pasiva y como estrategias de adaptabilidad bioclimática, se encuentra en la zona de comodidad de verano, admite que carece de

ventilación cruzada y sugiere a la deshumidificación. *La clasificación higrotérmica media anual de la recámara es de un espacio cálido húmedo.*

**5.7.1 Se concluye del análisis climático histórico, de las estrategias de adaptabilidad y la clasificación higrotérmica de las viviendas estudio de caso lo siguiente:**

Cabe hacer hincapié que en la vivienda común en todo el año, según las estrategias de adaptabilidad higrotérmica requiere en la sala y recámara la ventilación cruzada, pero sólo en las recámaras demanda deshumidificación durante todo el año, en la sala no.

Pero, la vivienda tradicional por ser de un solo nivel si advierte según las estrategias de adaptabilidad higrotérmica de la ventilación cruzada e induce a la deshumidificación durante todo el año.

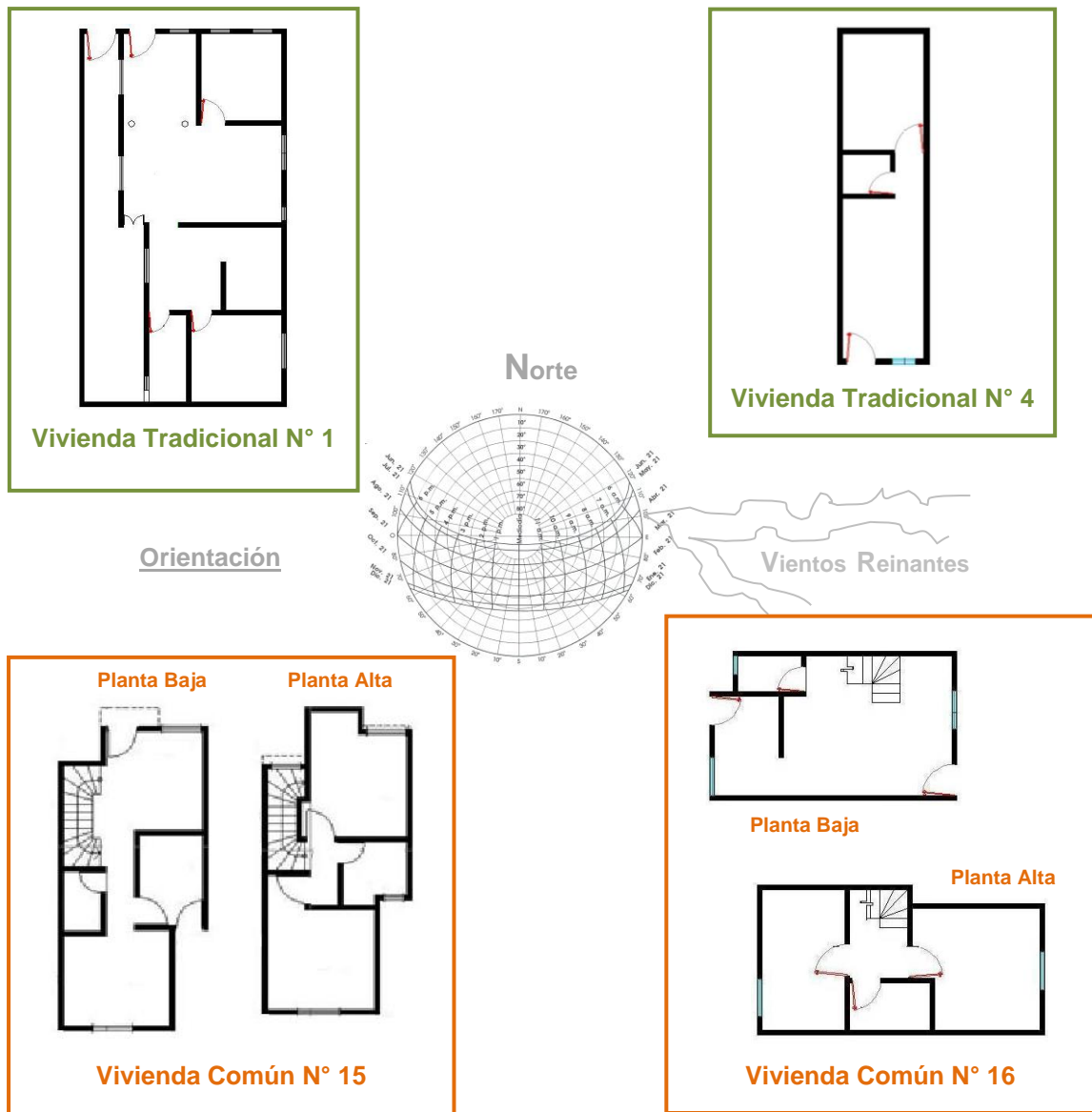
De las cuatro viviendas estudio de caso evaluado se deduce, que su principal aspecto negativo es que revela una elevada acumulación de humedad relativa, impidiendo la deshumidificación de las mismas.

*Por lo tanto, se manifiestan como espacios cálidos húmedos que vienen a ser aquellos que producen calor sofocante, y a mayor humedad relativa al interior más caliente se percibe el espacio.*

Con base a las zonas de estudio y como está emplazada la vivienda tradicional y común influye fundamentalmente el comportamiento térmico del microclima, efecto de las islas de calor urbano y por lo tanto, los gráficos de las estrategias de adaptabilidad higrotérmica son la resultante de la temperatura mínima anual interior y su correspondiente humedad relativa, así como la temperatura máxima anual interior y su correspondiente humedad relativa con las que se obtuvo la clasificación higrotérmica de cada espacio evaluado en las viviendas estudio de caso.



Gráfico N° 1  
Viviendas estudio de caso, su emplazamiento con orientación



Fuente: Elaboración Propia.

### 5.8 Conclusiones del grado de adaptabilidad higrotérmica de las viviendas estudio de caso

**La vivienda tradicional N° 1 en la sala**, tiene un volumen total de 110.00 m<sup>3</sup> no climatizada artificialmente, su comportamiento anual de temperatura media mensual en la zona de comodidad constante, presenta 18 días de comodidad que representa un 60.00%, 10 días de demasía con un 32.00%, y 3 días de pérdida de temperatura con el 8.00%.

El comportamiento anual de humedad relativa media mensual, presenta 4 días de comodidad que representa un 11.00%, 26 días de demasía con un 87.00%, y 1 día de pérdida de humedad relativa con el 2.00%.

Por lo tanto la temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 21 horas de comodidad dando el 87.00%, 3 horas de demasía arrojando un 13.00%, y de pérdida de temperatura con ninguna hora.

La humedad relativa del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 0 horas de comodidad dando el 0.00%, 24 horas de demasía arrojando un 100.00%, y de pérdida de humedad relativa con ninguna hora dentro.

**La vivienda tradicional N° 1 en la recámara**, tiene un volumen total de 65.00 m<sup>3</sup> no climatizada artificialmente, su comportamiento anual de temperatura media mensual en la zona de comodidad constante, presenta 18 días de comodidad que representa un 58.00%, 11 días de demasía con un 35.00%, y 2 días de pérdida térmica con el 7.00%.

El comportamiento anual de humedad relativa media mensual, presenta 7 días de comodidad que representa un 22.00%, 23 días de demasía con un 75.00%, y 1 día de pérdida de humedad relativa con el 3.00%.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 16 horas de comodidad dando el 68.00%, 8 horas de demasía arrojando un 32.00%, y de pérdida de temperatura con ninguna hora.

La humedad relativa del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 2 horas de comodidad dando el 9.00%, 22 horas de demasía arrojando un 91.00%, y de pérdida de humedad relativa con ninguna hora.

**La vivienda tradicional N° 4 en la sala**, tiene un volumen total de 62.00 m<sup>3</sup> no climatizada artificialmente, su comportamiento anual de temperatura media mensual en la zona de comodidad constante, presenta 11 días de

comodidad que representa un 37.00%, 18 días de demasía con un 58.00%, y 2 días de pérdida de temperatura con el 5.00%.

El comportamiento anual de humedad relativa media mensual, presenta 4 días de comodidad que representa un 14.00%, 26 días de demasía con un 83.00%, y 1 día de pérdida de humedad relativa con el 3.00%.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 12 horas de comodidad dando el 48.00%, 12 horas de demasía arrojando un 52.00%, y de pérdida de temperatura con ninguna hora.

La humedad relativa del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 0 horas de comodidad dando el 0.00%, 24 horas de demasía arrojando un 100.00%, y de pérdida de humedad relativa con ninguna hora.

***La vivienda tradicional N° 4 en la recámara,*** tiene un volumen total de 45.00 m<sup>3</sup> no climatizada artificialmente, su comportamiento anual de temperatura media mensual en zona de comodidad constante, presenta 8 días de comodidad que representa un 24.00%, 22 días de demasía con un 73.00%, y 1 día de pérdida de temperatura con el 3.00%.

El comportamiento anual de humedad relativa media mensual, presenta 5 días de comodidad que representa un 15.00%, 25 días de demasía con un 82.00%, y 1 día de pérdida de humedad relativa con el 3.00%.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 4 horas de comodidad dando el 18.00%, 20 horas de demasía arrojando un 82.00%, y de pérdida de temperatura con ninguna hora.

La humedad relativa del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 0 horas de comodidad dando el 1.00%, 24 horas de demasía arrojando un 99.00%, y de pérdida de humedad relativa con ninguna hora.

**La vivienda común N° 15 en la sala,** tiene un volumen total de 25.00 m<sup>3</sup> no climatizada artificialmente, su comportamiento anual de temperatura media mensual en la zona de comodidad constante, presenta 19 días de comodidad que representa un 60.00%, 11 días de demasía con un 36.00%, y 1 días de pérdida de temperatura con el 4.00%.

El comportamiento anual de humedad relativa media mensual, presenta 3 días de comodidad que representa un 10.00%, 27 días de demasía con un 90.00%, y 1 día de pérdida de humedad relativa con el 0.00%.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 17 horas de comodidad dando el 73.00%, 7 horas de demasía arrojando un 27.00%, y de pérdida de temperatura con ninguna hora.

La humedad relativa del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 0 horas de comodidad dando el 0.00%, 24 horas de demasía arrojando un 100.00%, y de pérdida de humedad relativa con ninguna hora.

**La vivienda común N° 15 en la recámara,** tiene un volumen total de 31.00 m<sup>3</sup> no climatizada artificialmente, su comportamiento anual de temperatura media mensual en la zona de comodidad constante, presenta 18 días de comodidad que representa un 58.00%, 11 días de demasía con un 3.00%, y 2 días de pérdida de temperatura con el 4.00%.

El comportamiento anual de humedad relativa media mensual, presenta 2 días de comodidad que representa un 6.00%, 29 días de demasía con un 94.00%, y 0 días de pérdida de humedad relativa con el 0.00%.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 16 horas de comodidad dando el 68.00%, 8 horas de demasía arrojando un 32.00%, y de pérdida de temperatura con ninguna hora.

La humedad relativa del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 0 horas de comodidad dando el 0.00%, 24 horas de

demasía arrojando un 100.00%, y de pérdida de humedad relativa con ninguna hora.

**La vivienda común N° 16 en la sala,** tiene un volumen total de 73.00 m<sup>3</sup> sin climatización artificial, su comportamiento anual de temperatura media mensual en la zona de comodidad constante, presenta 25 días de comodidad que representa un 80.00%, 4 días de demasía con un 13.00%, y 2 días de pérdida de temperatura con el 7.00%.

El comportamiento anual de humedad relativa media mensual, presenta 3 días de comodidad que representa un 9.00%, 27 días de demasía con un 90.00%, y 1 día de pérdida de humedad relativa con el 1.00%.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 23 horas de comodidad dando el 94.00%, 0 horas de demasía arrojando un 1.00%, y 1 hora de pérdida de temperatura con el 4.00%.

La humedad relativa del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 0 horas de comodidad dando el 0.00%, 24 horas de demasía arrojando un 100.00%, y de pérdida de humedad relativa con ninguna hora.

**La vivienda común N° 16 en la recámara,** tiene un volumen total de 36.00 m<sup>3</sup> sin climatización artificial, su comportamiento anual de temperatura media mensual en la zona de comodidad constante, presenta 17 días de comodidad que representa un 54.00%, 13 días de demasía con un 43.00%, y 1 día de pérdida de temperatura con el 3.00%.

El comportamiento anual de humedad relativa media mensual, presenta 8 días de comodidad que representa un 27.00%, 22 días de demasía con un 72.00%, y 1 día de pérdida de humedad relativa con el 1.00%.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 14 horas de comodidad dando el 58.00%, 10 horas de demasía arrojando un 42.00%, y de pérdida de temperatura con ninguna hora.

La humedad relativa del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 2 horas de comodidad dando el 9.00%, 22 horas de demasía arrojando un 91.00%, y de pérdida de humedad relativa con ninguna hora.

**5.8.1 Se concluye del grado de adaptabilidad higrotérmica lo siguiente:**

**La vivienda tradicional N° 1 en la sala**, el comportamiento anual de temperatura media mensual en zona de comodidad constante, distingue 221 días en comodidad. El comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 42 días en comodidad.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, expone 21 horas en comodidad. El comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 0 horas en comodidad.

**La vivienda tradicional N° 1 en la recámara**, el comportamiento anual de temperatura media mensual en zona de comodidad constante, reconoce 212 días en comodidad. El comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 81 días en comodidad.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, muestra 16 horas en comodidad. El comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 2 horas en comodidad.

**La vivienda tradicional N° 4 en la sala**, el comportamiento anual de temperatura media mensual en zona de comodidad constante, aprecia 135 días en comodidad. El comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 50 días en comodidad.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, despliega 12 horas en comodidad. El comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 0 horas en comodidad.

**La vivienda tradicional N° 4 en la recámara**, el comportamiento anual de temperatura media mensual en zona de comodidad constante, demuestra

89 días en comodidad. El comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 55 días en comodidad.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, exhibe 4 horas en comodidad. El comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 0 horas en comodidad.

**La vivienda común N° 15 en la sala**, el comportamiento anual de temperatura media mensual en zona de comodidad constante, despliega 221 días en comodidad. El comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 36 días en comodidad.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, ostenta 17 horas en comodidad. El comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 0 horas en comodidad.

**La vivienda común N° 15 en la recámara**, el comportamiento anual de temperatura media mensual en zona de comodidad constante, indica 214 días en comodidad. Con respecto al comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 21 días en comodidad.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, expone 16 horas en comodidad. El comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 0 horas en comodidad.

**La vivienda común N° 16 en la sala**, el comportamiento anual de temperatura media mensual en zona de comodidad constante, revela 291 días en comodidad. El comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 35 días en comodidad.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, muestra 23 horas en comodidad. El comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 0 horas en comodidad.

**La vivienda común N° 16 en la recámara**, el comportamiento anual de temperatura media mensual en zona de comodidad constante, expone 199 días en comodidad. El comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 98 días en comodidad.

La temperatura del día típico media anual en la zona de comodidad constante, presenta 14 horas en comodidad. Con respecto al comportamiento de anual de humedad relativa media mensual establece 2 horas en comodidad.

**Por lo expuesto en las conclusiones 5.1 a la 5.8, se comprueba que por la valoración climatológica urbana por modificación antropogénica, el sistema constructivo de las viviendas, determina el grado de adaptabilidad higrotérmica al interior de las mismas en Tampico, México.**

***5.9 Conclusiones del diferencial de amplitud de temperatura y humedad relativa, la oscilación del día típico medio mensual interior-exterior y la diferencia térmica negativa y positiva de las viviendas estudio de caso.***

Una variable ajena que se observó, es que el microclima del centro histórico de la ciudad produce el aumento de la temperatura al interior de la vivienda tradicional, ya que el 87.00% de las edificaciones destinadas a viviendas en el segundo cuadro de la ciudad se han transformado en comercios, oficinas, tiendas, escuelas y restaurantes entre otros, por lo tanto a continuación se presentan los valores térmicos obtenidos.

***En la vivienda tradicional N° 1 en la sala***, el comportamiento anual de la temperatura media mensual interior es de 26.50°C, en contraste con el comportamiento anual de la temperatura media mensual exterior es de 25.10°C.

Con respecto al comportamiento anual de la humedad relativa media mensual interior es de 69.20%, en contraste con el comportamiento anual de la humedad relativa media mensual exterior es de 73.40%.

La oscilación de temperatura interior del día típico media anual es de 1.20°C, en contraste con la oscilación de temperatura exterior media anual es de 1.70°C. El diferencial de la amplitud de temperatura mínima interior-exterior es de 0.80°C y la amplitud de temperatura máxima interior-exterior es de 1.80°C.



La oscilación de humedad relativa interior del día típico media anual es de 5.10%, en contraste con la oscilación de humedad relativa exterior media anual es de 4.00%. El diferencial de la amplitud de humedad relativa mínima interior-exterior es de 2.20% y la amplitud de humedad relativa máxima interior-exterior es de 6.40%.

Asimismo con respecto al comportamiento anual de la temperatura media mensual interior la diferencia térmica negativa es de 25.10°C y la diferencia térmica positiva es de 259.00°C.

De igual manera en lo que refiere al comportamiento de temperatura del día típico media anual interior la diferencia térmica negativa es de 0.00°C y la diferencia térmica positiva es de 101.30°C.

***En la vivienda tradicional N° 1 en la recámara***, el comportamiento anual de la temperatura media mensual interior es de 26.70°C, en contraste con el comportamiento anual de la temperatura media mensual exterior es de 25.10°C.

El comportamiento anual de la humedad relativa media mensual interior es de 65.10%, en contraste con el comportamiento anual de la humedad relativa media mensual exterior es de 73.40%.

La oscilación de temperatura interior del día típico media anual es de 1.10°C, en contraste con la oscilación de temperatura exterior media anual es de 1.70°C. Su diferencial de amplitud de temperatura mínima interior-exterior es de 1.00°C y la amplitud de temperatura máxima interior-exterior es de 2.00°C.

La oscilación de humedad relativa interior del día típico media anual es de 4.90%, en contraste con la oscilación de humedad relativa exterior media anual es de 4.00%. El diferencial de la amplitud de humedad relativa mínima interior-exterior es de 5.90% y la amplitud de humedad relativa máxima interior-exterior es de 9.90%.

Asimismo con respecto al comportamiento anual de la temperatura media mensual interior la diferencia térmica negativa es de 21.30°C y la diferencia térmica positiva es de 308.90°C.

De igual manera en lo que refiere al comportamiento de temperatura del día típico media anual interior la diferencia térmica negativa es de  $0.00^{\circ}\text{C}$  y la diferencia térmica positiva es de  $137.30^{\circ}\text{C}$ .

**En la vivienda tradicional N° 4 en la sala**, el comportamiento anual de la temperatura media mensual interior es de  $27.70^{\circ}\text{C}$ , en contraste con el comportamiento anual de la temperatura media mensual exterior es de  $25.10^{\circ}\text{C}$ .

Con respecto al comportamiento anual de la humedad relativa media mensual interior es de 68.20%, en contraste con el comportamiento anual de la humedad relativa media mensual exterior es de 73.40%.

La oscilación de temperatura interior del día típico media anual es de  $1.20^{\circ}\text{C}$ , en contraste con la oscilación de temperatura exterior media anual es de  $1.70^{\circ}\text{C}$ . El diferencial de amplitud de temperatura mínima interior-exterior es de  $2.20^{\circ}\text{C}$  y la amplitud de temperatura máxima interior-exterior es de  $3.00^{\circ}\text{C}$ .

La oscilación de humedad relativa interior del día típico media anual es de 5.20%, en contraste con la oscilación de humedad relativa exterior media anual es de 4.00%. El diferencial de la amplitud de humedad relativa mínima interior-exterior es de 3.10% y la amplitud de humedad relativa máxima interior-exterior es de 7.40%.

Asimismo con respecto al comportamiento anual de la temperatura media mensual interior la diferencia térmica negativa es de  $7.80^{\circ}\text{C}$  y la diferencia térmica positiva es de  $554.30^{\circ}\text{C}$ .

De igual manera en lo que refiere al comportamiento de temperatura del día típico media anual interior la diferencia térmica negativa es de  $0.00^{\circ}\text{C}$  y la diferencia térmica positiva es de  $335.80^{\circ}\text{C}$ .

**En la vivienda tradicional N° 4 en la recámara**, el comportamiento anual de la temperatura media mensual interior es de  $28.90^{\circ}\text{C}$ , en contraste con el comportamiento anual de la temperatura media mensual exterior es de  $25.10^{\circ}\text{C}$ .

El comportamiento anual de la humedad relativa media mensual interior es de 67.30%, en contraste con el comportamiento anual de la humedad relativa media mensual exterior es de 73.40%.

La oscilación de temperatura interior del día típico media anual es de 1.10°C, en contraste con la oscilación de temperatura exterior media anual es de 1.70°C. La amplitud de temperatura mínima interior-exterior es de 3.30°C y la amplitud de temperatura máxima interior-exterior es de 4.20°C.

La oscilación de humedad relativa interior del día típico media anual es de 4.90%, en contraste con la oscilación de humedad relativa exterior media anual es de 4.00%. El diferencial de la amplitud de humedad relativa mínima interior-exterior es de 4.20% y la amplitud de humedad relativa máxima interior-exterior es de 8.30%.

Asimismo con respecto al comportamiento anual de la temperatura media mensual interior la diferencia térmica negativa es de 3.70°C y la diferencia térmica positiva es de 881.50°C.

De igual manera en lo que refiere al comportamiento de temperatura del día típico media anual interior la diferencia térmica negativa es de 0.00°C y la diferencia térmica positiva es de 621.80°C.

Otra variable ajena que se observó en la vivienda común es la falta de planeación urbana al Norte de la ciudad, por lo que la mayoría de las viviendas contemplan un emplazamiento obligado con respecto de la fachada principal, hacia el bordo de banqueta principal del terreno o calle frontal, olvidando con ello la orientación, ya que los valores térmicos arrojados en la investigación lo demuestran.

***En la vivienda común N° 15 en la sala***, el comportamiento anual de la temperatura media mensual interior es de 26.70°C, en contraste con el comportamiento anual de la temperatura media mensual exterior es de 25.10°C.

Con respecto al comportamiento anual de la humedad relativa media mensual interior es de 73.00%, en contraste con el comportamiento anual de la humedad relativa media mensual exterior es de 73.40%.

La oscilación de temperatura interior del día típico media anual es de  $1.30^{\circ}\text{C}$ , en contraste con la oscilación de temperatura exterior media anual es de  $1.70^{\circ}\text{C}$ . El diferencial de la amplitud de temperatura mínima interior-exterior es de  $1.00^{\circ}\text{C}$  y la amplitud de temperatura máxima interior-exterior es de  $2.20^{\circ}\text{C}$ .

La oscilación de humedad relativa interior del día típico media anual es de  $5.10\%$ , en contraste con la oscilación de humedad relativa exterior media anual es de  $4.00\%$ . La amplitud de humedad relativa mínima interior-exterior es de  $1.60\%$  y la amplitud de humedad relativa máxima interior-exterior es de  $5.70\%$ .

Asimismo con respecto al comportamiento anual de la temperatura media mensual interior la diferencia térmica negativa es de  $4.30^{\circ}\text{C}$  y la diferencia térmica positiva es de  $264.80^{\circ}\text{C}$ .

De igual manera en lo que refiere al comportamiento de temperatura del día típico media anual interior la diferencia térmica negativa es de  $0.00^{\circ}\text{C}$  y la diferencia térmica positiva es de  $155.30^{\circ}\text{C}$ .

***En la vivienda común N° 15 en la recámara***, el comportamiento anual de la temperatura media mensual interior es de  $26.80^{\circ}\text{C}$ , en contraste con el comportamiento anual de la temperatura media mensual exterior es de  $25.10^{\circ}\text{C}$ .

El comportamiento anual de la humedad relativa media mensual interior es de  $75.10\%$ , en contraste con el comportamiento anual de la humedad relativa media mensual exterior es de  $73.40\%$ .

La oscilación de temperatura interior del día típico media anual es de  $1.90^{\circ}\text{C}$ , en contraste con la oscilación de temperatura exterior media anual es de  $1.70^{\circ}\text{C}$ . La amplitud de temperatura mínima interior-exterior es de  $1.10^{\circ}\text{C}$  y la amplitud de temperatura máxima interior-exterior es de  $2.40^{\circ}\text{C}$ .

La oscilación de humedad relativa interior del día típico media anual es de  $7.20\%$ , en contraste con la oscilación de humedad relativa exterior media anual es de  $4.00\%$ . El diferencial de la amplitud de humedad relativa mínima

interior-exterior es de 2.00% y la amplitud de humedad relativa máxima interior-exterior es de 6.80%.

Asimismo con respecto al comportamiento anual de la temperatura media mensual interior la diferencia térmica negativa es de 4.00°C y la diferencia térmica positiva es de 343.80°C.

De igual manera en lo que refiere al comportamiento de temperatura del día típico media anual interior la diferencia térmica negativa es de 0.00°C y la diferencia térmica positiva es de 195.20°C.

***En la vivienda común N° 16 en la sala***, el comportamiento anual de la temperatura media mensual interior es de 26.50°C, en contraste con el comportamiento anual de la temperatura media mensual exterior es de 25.00°C.

Con respecto al comportamiento anual de la humedad relativa media mensual interior es de 70.50%, en contraste con el comportamiento anual de la humedad relativa media mensual exterior es de 73.40%.

La oscilación de temperatura interior del día típico media anual es de 1.10°C, en contraste con la oscilación de temperatura exterior media anual es de 2.00°C. La amplitud de temperatura mínima interior-exterior es de 0.30°C y la amplitud de temperatura máxima interior-exterior es de 1.30°C.

La oscilación de humedad relativa interior del día típico media anual es de 4.20%, en contraste con la oscilación de humedad relativa exterior media anual es de 7.60%. El diferencial de la amplitud de humedad relativa mínima interior-exterior es de 4.50% y la amplitud de humedad relativa máxima interior-exterior es de 9.30%.

Asimismo con respecto al comportamiento anual de la temperatura media mensual interior la diferencia térmica negativa es de 13.10°C y la diferencia térmica positiva es de 91.90°C.

De igual manera en lo que refiere al comportamiento de temperatura del día típico media anual interior la diferencia térmica negativa es de 0.00°C y la diferencia térmica positiva es de 32.90°C.

***En la vivienda común N° 16 en la recámara***, el comportamiento anual de la temperatura media mensual interior es de 28.10°C, en contraste con el comportamiento anual de la temperatura media mensual exterior es de 25.00°C.

El comportamiento anual de la humedad relativa media mensual interior es de 64.60%, en contraste con el comportamiento anual de la humedad relativa media mensual exterior es de 73.40%.

La oscilación de temperatura interior del día típico media anual es de 1.90°C, en contraste con la oscilación de temperatura exterior media anual es de 2.00°C. La amplitud de temperatura mínima interior-exterior es de 0.50°C y la amplitud de temperatura máxima interior-exterior es de 2.10°C.

La oscilación de humedad relativa interior del día típico media anual es de 7.70%, en contraste con la oscilación de humedad relativa exterior media anual es de 7.50%. La amplitud de humedad relativa mínima interior-exterior es de 0.50% y la amplitud de humedad relativa máxima interior-exterior es de 7.00%.

Asimismo con respecto al comportamiento anual de la temperatura media mensual interior la diferencia térmica negativa es de 3.40°C y la diferencia térmica positiva es de 422.20°C.

De igual manera en lo que refiere al comportamiento de temperatura del día típico media anual interior la diferencia térmica negativa es de 0.00°C y la diferencia térmica positiva es de 263.80°C.

**5.9.1 Se concluye del diferencial de amplitud de temperatura y humedad relativa, la oscilación del día típico medio mensual interior-exterior y la diferencia térmica negativa y positiva de las viviendas estudio de caso lo siguiente:**

#### **Vivienda tradicional N° 1 en la sala**

El diferencial de la amplitud anual de la temperatura media mensual interior-exterior es de 1.40°C. El diferencial de amplitud anual de la humedad relativa media mensual interior-exterior es de 4.20%.

#### **Vivienda tradicional N° 1 en la recámara**

El diferencial de la amplitud anual de la temperatura media mensual interior-exterior es de 1.60°C. El diferencial de la amplitud anual de la humedad relativa media mensual interior-exterior es de 8.30%.

#### **Vivienda tradicional N° 4 en la sala**

El diferencial de la amplitud anual de la temperatura media mensual interior-exterior es de 2.60°C. El diferencial de la amplitud anual de la humedad relativa media mensual interior-exterior es de 5.20%.

#### **Vivienda tradicional N° 4 en la recámara**

El diferencial de la amplitud anual de la temperatura media mensual interior-exterior es de 3.80°C. El diferencial de la amplitud anual de la humedad relativa media mensual interior-exterior es de 6.10%.

#### **Vivienda común N° 15 en la sala**

El diferencial de la amplitud anual de la temperatura media mensual interior-exterior es de 1.60°C. El diferencial de la amplitud anual de la humedad relativa media mensual interior-exterior es de 0.40%.

**Vivienda común N° 15 en la recámara**

El diferencial de la amplitud anual de la temperatura media mensual interior-exterior es de 1.70°C. Presenta un diferencial de la amplitud anual de la humedad relativa media mensual interior-exterior es de 1.70%.

**Vivienda común N° 16 en la sala**

Con un diferencial de la amplitud anual de la temperatura media mensual interior-exterior es de 1.50°C. Con un diferencial de la amplitud anual de la humedad relativa media mensual interior-exterior es de 2.90%.

**Vivienda común N° 16 en la recámara**

Presenta un diferencial de la amplitud anual de la temperatura media mensual interior-exterior es de 3.10°C. El diferencial de la amplitud anual de la humedad relativa media mensual interior-exterior es de 8.80%.

Con relación a la oscilación de temperatura interior del día típico media anual en contraste con la exterior y la amplitud de temperatura mínima y máxima interior-exterior, todas son sensiblemente similares durante el año.

De igual manera, la oscilación de humedad relativa interior del día típico media anual en contraste con la exterior y la amplitud de humedad relativa mínima y máxima interior-exterior, todas son también perceptiblemente afines.

Con base al comportamiento anual de la temperatura media mensual interior, la diferencia térmica positiva resalta que en las cuatro viviendas estudio de caso es más alta en la recámara que en la sala.

De la misma forma, con relación al comportamiento anual de la temperatura del día típico media anual interior, la diferencia térmica positiva presenta el mismo efecto, en las cuatro viviendas estudio de caso es más alta en la recámara que en la sala, permisiblemente por ser un espacio íntimo la recámara puede que se mantenga mayor tiempo cerrada y logre



mayor concentración de humedad relativa, por lo cual es admisible que se perciba más caliente.

### **5.10 Conclusiones del análisis de temperatura y humedad relativa media según hora-mes de las viviendas estudio de caso**

**Vivienda tradicional N° 1 en la sala**, se indica que el mes con temperatura más baja interior es enero con 20.50°C y el mes con temperatura más alta interior es agosto 30.10°C. De la misma manera el mes con el porcentaje de humedad relativa interior más baja es marzo con 63.10% y el mes con el porcentaje de humedad relativa más alta interior es julio con 71.90%.

El mes con la temperatura exterior más baja es enero con 19.50°C y el mes con temperatura exterior más alta es agosto con 28.90°C. Con respecto al porcentaje de humedad relativa exterior más baja es en marzo con 67.10% y el mes con el porcentaje de humedad relativa exterior más alta es diciembre con 81.60%.

La temperatura interior más baja se expone a las 09:00 a.m. con 25.80°C, con la respectiva humedad relativa interior más alta entre las 09:00 y las 10:00 a.m. con 70.90%. La temperatura interior más alta se muestra a las 09:00 p.m. con 27.00°C, con la respectiva humedad relativa interior más baja de 04:00 a 05:00 p.m. con un 66.80%.

La temperatura exterior más baja se manifiesta a las 09:00 a.m. con 24.30°C, con la respectiva humedad relativa exterior más alta de las 09:00 a 10:00 a.m. con 75.10%. La temperatura exterior más alta se evidencia a las 07:00 y 08:00 p.m. con 26.00°C, con la respectiva humedad relativa exterior más baja de 05:00 a 06:00 p.m. con un 71.50%.

**Vivienda tradicional N° 1 en la recámara**, del comportamiento anual de temperatura y humedad relativa media según hora-mes, se desglosa que el mes con temperatura más baja interior es enero con 20.90°C y el mes con temperatura más alta interior es agosto 30.40°C. De la misma manera el mes con el porcentaje de humedad relativa interior más baja es marzo con

59.10% y el mes con el porcentaje de humedad relativa más alta interior es diciembre con 69.80%.

El mes con la temperatura exterior más baja es enero con 19.50°C y el mes con temperatura exterior más alta es agosto con 28.90°C. Con respecto al porcentaje de humedad relativa exterior más baja es en marzo con 67.10% y el mes con el porcentaje de humedad relativa exterior más alta es diciembre con 81.60%.

La temperatura interior más baja se revela a las 09:00 a.m. con 26.20°C, con la respectiva humedad relativa interior más alta entre las 05:00 y las 06:00 a.m. con 66.60%. La temperatura interior más alta se evidencia de las 07:00 a las 09:00 p.m. con 27.20°C, con la respectiva humedad relativa interior más baja a las 05:00 p.m. con un 62.70%.

La temperatura exterior más baja se da a las 09:00 a.m. con 24.30°C, con la respectiva humedad relativa exterior más alta entre las 09:00 y las 10:00 a.m. con 75.10%. La temperatura exterior más alta se muestra a las 07:00 y 08:00 p.m. con 26.00°C, con la respectiva humedad relativa exterior más baja de 05:00 a 06:00 p.m. con un 71.50%.

***Vivienda tradicional N° 4 en la sala***, del comportamiento anual de temperatura y humedad relativa media según hora-mes, se distingue que el mes con temperatura más baja interior es enero con 21.80°C y el mes con temperatura más alta interior es mayo 30.90°C. De la misma manera el mes con el porcentaje de humedad relativa interior más baja es marzo con 62.20% y el mes con el porcentaje de humedad relativa más alta interior es diciembre con 71.90%.

El mes con la temperatura exterior más baja es enero con 19.50°C y el mes con temperatura exterior más alta es agosto con 28.90°C. Con respecto al porcentaje de humedad relativa exterior más baja es en marzo con 67.10% y el mes con el porcentaje de humedad relativa exterior más alta es diciembre con 81.60%.

La temperatura interior más baja se presenta de las 09:00 a las 11:00 a.m. con 27.20°C, con la respectiva humedad relativa interior más alta a las

10:00 a.m. con 70.00%. La temperatura interior más alta se muestra a las 09:00 p.m. con 28.30°C, con la respectiva humedad relativa interior más baja es a las 05:00 p.m. con un 65.70%.

La temperatura exterior más baja se indica a las 09:00 a.m. con 24.30°C, con la respectiva humedad relativa exterior más alta entre las 09:00 y las 10:00 a.m. con 75.10%. La temperatura exterior más alta se muestra a las 07:00 y 08:00 p.m. con 26.00°C, con la respectiva humedad relativa exterior más baja de 05:00 a 06:00 p.m. con un 71.50%.

***Vivienda tradicional N° 4 en la recámara,*** de la misma forma del comportamiento anual de temperatura y humedad relativa media según hora-mes se demuestra que el mes con temperatura más baja interior es enero con 23.00°C y el mes con temperatura más alta interior es agosto 32.50°C. De la misma manera el mes con el porcentaje de humedad relativa interior más baja es marzo con 61.40% y el mes con el porcentaje de humedad relativa más alta interior es diciembre con 70.90%.

El mes con la temperatura exterior más baja es enero con 19.50°C y el mes con temperatura exterior más alta es agosto con 28.90°C. Con respecto al porcentaje de humedad relativa exterior más baja es en marzo con 67.10% y el mes con el porcentaje de humedad relativa exterior más alta es diciembre con 81.60%.

La temperatura interior más baja se muestra a las 09:00 a.m. con 28.40°C, con la respectiva humedad relativa interior más alta entre las 05:00 y las 06:00 a.m. con 68.90%. La temperatura interior más alta se evidencia de las 07:00 a las 09:00 p.m. con 24.90°C, con la respectiva humedad relativa interior más baja a las 05:00 p.m. con un 64.90%.

La temperatura exterior más baja se despliega a las 09:00 a.m. con 24.30°C, con la respectiva humedad relativa exterior más alta entre las 09:00 y las 10:00 a.m. con 75.10%. La temperatura exterior más alta se muestra a las 07:00 y 08:00 p.m. con 26.00°C, con la respectiva humedad relativa exterior más baja de 05:00 a 06:00 p.m. con un 71.50%.

**Vivienda común N° 15 en la sala**, con base al comportamiento anual de temperatura y humedad relativa media según hora-mes se emite que el mes con temperatura más baja interior es enero con 21.50°C y el mes con temperatura más alta interior es mayo 30.60°C. De la misma manera el mes con el porcentaje de humedad relativa interior más baja es marzo con 68.40% y el mes con el porcentaje de humedad relativa más alta interior es julio con 78.30%.

El mes con la temperatura exterior más baja es enero con 19.50°C y el mes con temperatura exterior más alta es agosto con 28.90°C. Con respecto al porcentaje de humedad relativa exterior más baja es en marzo con 67.10% y el mes con el porcentaje de humedad relativa exterior más alta es diciembre con 81.60%.

La temperatura interior más baja se demuestra de las 07:00 a las 09:00 a.m. con 26.10°C, con la respectiva humedad relativa interior más alta de 09:00 a las 10:00 a.m. con 74.70%. La temperatura interior más alta se muestra a las 05:00 a 09:00 p.m. con 27.20°C, con la respectiva humedad relativa interior más baja es a las 05:00 p.m. con un 70.80%.

La temperatura exterior más baja se exhibe a las 09:00 a.m. con 24.30°C, con la respectiva humedad relativa exterior más alta entre las 09:00 y las 10:00 a.m. con 75.10%. La temperatura exterior más alta se distingue a las 07:00 y 08:00 p.m. con 26.00°C, con la respectiva humedad relativa exterior más baja de 05:00 a 06:00 p.m. con un 71.50%.

**Vivienda común N° 15 en la recámara**, del comportamiento anual de temperatura y humedad relativa media según hora-mes se desprende que el mes con temperatura más baja interior es enero con 21.60°C y el mes con temperatura más alta interior es agosto 31.00°C. De la misma manera el mes con el porcentaje de humedad relativa interior más baja es octubre con 71.80% y el mes con el porcentaje de humedad relativa más alta interior es julio con 80.40%.

El mes con la temperatura exterior más baja es enero con 19.50°C y el mes con temperatura exterior más alta es agosto con 28.90°C. Con respecto al porcentaje de humedad relativa exterior más baja es en marzo con

67.10% y el mes con el porcentaje de humedad relativa exterior más alta es diciembre con 81.60%.

La temperatura interior más baja se revela de 10:00 a las 11:00 a.m. con 26.00°C, con la respectiva humedad relativa interior más alta a las 10:00 a.m. con 77.90%. La temperatura interior más alta se evidencia de las 07:00 a las 09:00 p.m. con 27.50°C, con la respectiva humedad relativa interior más baja a las 06:00 p.m. con un 72.30%.

La temperatura exterior más baja se indica a las 09:00 a.m. con 24.30°C, con la respectiva humedad relativa exterior más alta entre las 09:00 y las 10:00 a.m. con 75.10%. La temperatura exterior más alta se muestra a las 07:00 y 08:00 p.m. con 26.00°C, con la respectiva humedad relativa exterior más baja de 05:00 a 06:00 p.m. con un 71.50%.

**Vivienda común N° 16 en la sala**, por el comportamiento anual de temperatura y humedad relativa media según hora-mes se emite que el mes con temperatura más baja interior es enero con 21.20°C y el mes con temperatura más alta interior es agosto 30.40°C. De la misma manera el mes con el porcentaje de humedad relativa interior más baja es marzo con 66.00% y el mes con el porcentaje de humedad relativa más alta interior es julio con 75.80%.

El mes con la temperatura exterior más baja es enero con 21.20°C y el mes con temperatura exterior más alta es agosto con 30.40°C. Con respecto al porcentaje de humedad relativa exterior más baja es en marzo con 58.70% y el mes con el porcentaje de humedad relativa exterior más alta es diciembre con 73.40%.

La temperatura interior más baja se expone de las 08:00 a las 10:00 a.m. con 26.00°C, con la respectiva humedad relativa interior más alta de 09:00 a las 10:00 a.m. con 71.80%. La temperatura interior más alta se despliega a las 06:00 a 08:00 p.m. con 26.90°C, con la respectiva humedad relativa interior más baja es de 05:00 a las 06:00 p.m. con un 68.80%.

La temperatura exterior más baja se da de 09:00 a las 11:00 a.m. con 26.00°C, con la respectiva humedad relativa exterior más alta a las 10:00

a.m. con 68.40%. La temperatura exterior más alta se presenta a las 07:00 p.m. con 27.80°C, con la respectiva humedad relativa exterior más baja a las 05:00 p.m. con un 61.30%.

***Vivienda común N° 16 en la recámara***, del comportamiento anual de temperatura y humedad relativa media según hora-mes se desprende que el mes con temperatura más baja interior es enero con 22.90°C y el mes con temperatura más alta interior es agosto 32.30°C. De la misma manera el mes con el porcentaje de humedad relativa interior más baja es marzo con 61.60% y el mes con el porcentaje de humedad relativa más alta interior es julio con 70.00%.

El mes con la temperatura exterior más baja es enero con 21.60°C y el mes con temperatura exterior más alta es agosto con 30.50°C. Con respecto al porcentaje de humedad relativa exterior más baja es en marzo con 58.70% y el mes con el porcentaje de humedad relativa exterior más alta es diciembre con 73.40%.

La temperatura interior más baja se relaciona de 09:00 a las 11:00 a.m. con 27.30°C, con la respectiva humedad relativa interior más alta a las 10:00 a.m. con 67.70%. La temperatura interior más alta se evidencia de las 09:00 a las 10:00 p.m. con 28.80°C, con la respectiva humedad relativa interior más baja a las 06:00 p.m. con un 61.70%.

La temperatura exterior más baja es de las 09:00 a las 11:00 a.m. con 26.00°C, con la respectiva humedad relativa exterior más alta a las 10:00 a.m. con 68.40%. La temperatura exterior más alta a las 07:00 p.m. con 27.80°C, con la respectiva humedad relativa exterior más baja a las 05:00 p.m. con un 61.30%.

#### ***5.10.1 Se concluye del análisis de temperatura y humedad relativa media según hora-mes de las viviendas estudio de caso lo siguiente:***

Del comportamiento anual de temperatura media mensual exterior de las mediciones con el Hobo exterior ProV2 de la vivienda común N° 16 es de

26.80°C, en contraste con la exterior de SENEAM que es de 25.10°C, se obtiene un diferencial de temperatura de  $\pm 1.70^\circ\text{C}$ .

Diferencial que coincide con el comportamiento anual de temperatura media mensual de las isothermas de las poli-lineales de las islas de calor urbano, realizadas para el presente estudio, tanto para la isla de calor en invierno como en verano.

Asimismo del comportamiento anual de humedad relativa media mensual exterior que se monitorio con el Hobo exterior ProV2 de la vivienda común N° 16 es de 65.50%, en contraste con la exterior de SENEAM que es de 73.40%, se obtiene un diferencial de  $\pm 7.90\%$ .

Al observar y medir la oscilación de las condiciones del ambiente interior en las viviendas casos de estudio y en sus áreas monitoreadas, se determina que entre las dos variables estudiadas temperatura y humedad relativa, existe una correlación perfectamente lineal pero inversa, de tal manera que un cambio en una variable permite predecir adecuadamente el cambio en la otra. Sin embargo, las dos variables se mueven en direcciones opuestas.

**Por lo presentado en las conclusiones 5.9 y 5.10, se determina que se descarta según la valoración climatológica urbana por modificación antropogénica, que la calidad del hábitat de la vivienda tradicional sea mayor su adaptabilidad higrotérmica, que la vivienda común, con respecto al clima tropical en Tampico, México.**

Con base a los valores establecidos por las mediciones de temperatura y humedad relativa, se expone a continuación una serie de directrices pendientes por analizar ya que no eran motivo de la presente investigación y al mismo tiempo son aspectos por mejorar el problema de investigación abordado, alcanzando ser sujeto de estudio en futuras investigaciones.

*Para con ello lograr estudios de estrategias pasivas para hacer frente a las consecuencias del cambio climático inevitable, para mitigar la climatología urbana por modificación antropogénica en la calidad del hábitat y su adaptabilidad higrotérmica.*

*Las características de la ocupación espacial de la ciudad, masa térmica, factores de ocupación del suelo, dimensiones de calles, distribución y tipo de forestación y el calor antropogénico, cantidad de habitantes y consumo energético, que originan el comportamiento de las islas de calor como ha quedado demostrado, las continuara estudiando el investigador del presente trabajo, para identificar sus respectivos aportes a tal fenómeno, de la misma manera, como el poder...*

*¿Lograr una metodología que permita cuantificar el beneficio ambiental máxima alcanzable a través de la instalación de tecnologías de control de albedo, como una función de las características geográficas del lugar de instalación, las condiciones meteorológicas locales, propiedades radiativas, ángulo de inclinación, y la orientación de las superficies?*

*¿Conseguir la deshumidificación de las viviendas en Tampico, México?*

*¿Involucrar en las viviendas, soluciones constructivas pasivas que se combinen en lo mínimo con la activa, para obtener un funcionamiento híbrido y mejorar el consumo energético?*

*¿Determinar cuál es el efecto del mesoclima tropical con respecto a las brisas que son independientes de los vientos, en el emplazamiento de la Arquitectura y sus aberturas al poniente?*



# Anexos



# Anexo N° 1





Anexo N° 1  
**Tabla de valores de metabolismo, Met**

**METABOLISMO, Met**

| <b>Actividad</b>   | <b>W/m<sup>2</sup></b> | <b>Met</b> |
|--|------------------------|------------|
| Acostado   | 46                     | 0.8        |
| Sentado relajado   | 58                     | 1.0        |
| Reparando un reloj   | 65                     | 1.1        |
| De pie relajado  | 70                     | 1.2        |
| Actividad sedentaria                                       | 70                     | 1.2        |
| Conduciendo un automóvil                                   | 80                     | 1.4        |
| Trabajando en diseño gráfico                               | 85                     | 1.5        |
| De pie en actividad ligera                                 | 93                     | 1.6        |
| Dictando una clase   | 95                     | 1.6        |
| Actividades domésticas                                     | 100                    | 1.7        |
| Caminando normalmente, 2 km/h                              | 110                    | 1.9        |
| De pie, realizando una actividad ligera                    | 116                    | 2.0        |
| Colocando ladrillos o bloques de 15.3 kg                   | 125                    | 2.2        |
| Fregando ollas y platos, estando de pie                    | 145                    | 2.5        |
| Trabajo de jardinería, recogiendo hojas en un jardín       | 170                    | 2.9        |
| Apisonando hierro o acero con un martillo neumático        | 175                    | 3.0        |
| Cortando trigo con una hoz                                 | 205                    | 3.5        |
| Arando un terreno con bueyes                               | 235                    | 4.0        |
| Cargando una carretilla con piedras y mortero              | 275                    | 4.7        |
| Patinando sobre hielo a 18 km/h                            | 360                    | 6.2        |
| Cavando con una pala, 24 palas/min.                        | 380                    | 6.5        |
| Esquiando a 9 km/h   | 405                    | 7.0        |
| Cortando troncos con un hacha, peso 2 kg, 33 hachazos/min. | 500                    | 8.6        |

**FUENTE:** Chávez del Valle. (2002).



# Anexo N° 2





Anexo N° 2  
**Tabla de valores, Clo**

**VALORES, Clo**

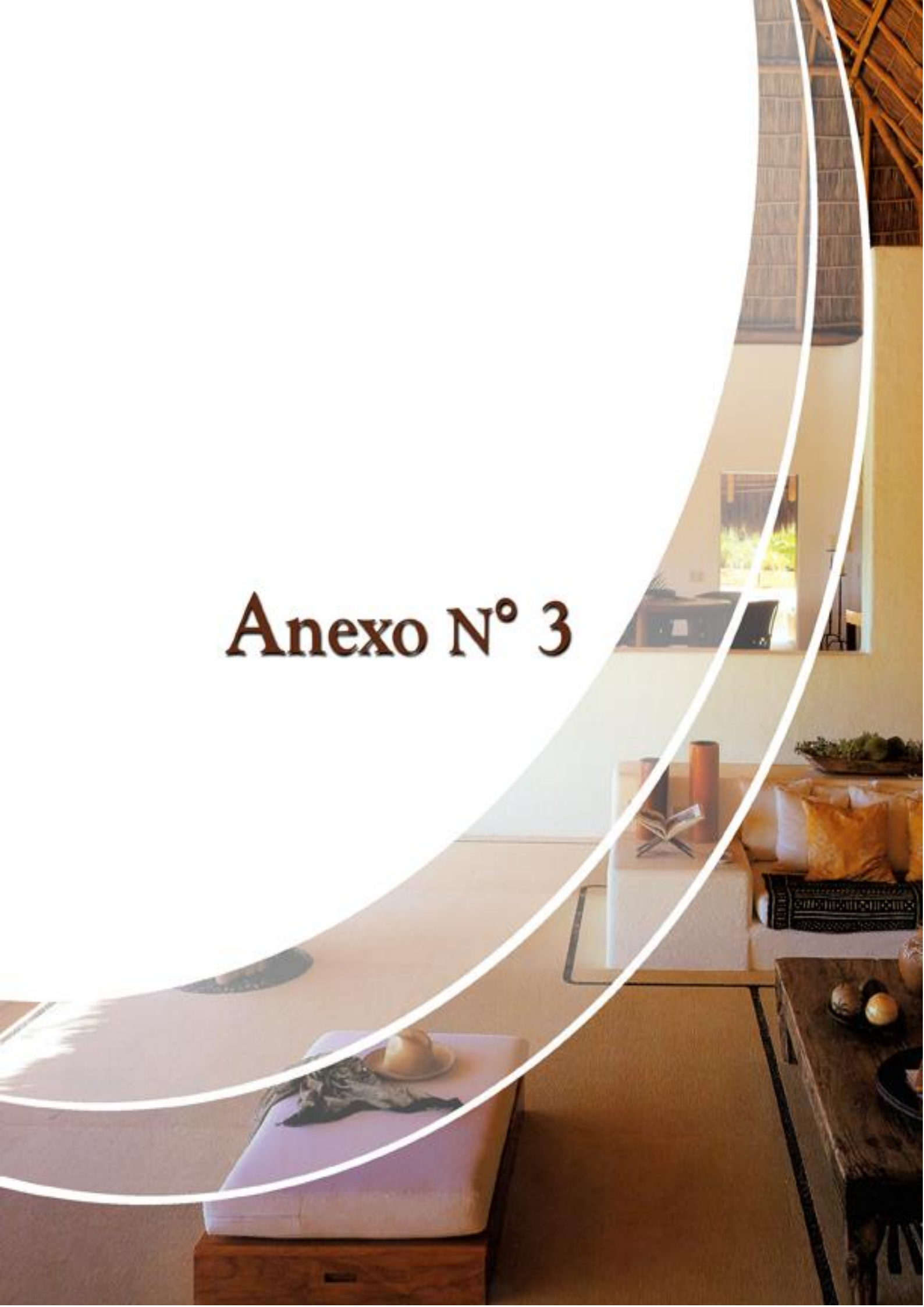
| DESCRIPCIÓN DE LAS PRENDAS         | RESISTENCIA TÉRMICA $I_{cl}$ (clo) |
|------------------------------------|------------------------------------|
| <b>ROPA INTERIOR</b>               | -                                  |
| Calzoncillos                       | 0.03                               |
| Calzoncillos largos                | 0.10                               |
| Camiseta de tirantes               | 0.04                               |
| Camiseta de manga corta            | 0.09                               |
| Camiseta de manga larga            | 0.12                               |
| Sujetadores y bragas               | 0.03                               |
| <b>CAMISAS BLUSAS</b>              | -                                  |
| Manga corta                        | 0.15                               |
| Ligera, mangas cortas              | 0.20                               |
| Normal, mangas largas              | 0.25                               |
| Camisa de franela, mangas largas   | 0.30                               |
| Blusa ligera, mangas largas        | 0.15                               |
| <b>PANTALONES</b>                  | -                                  |
| Corto                              | 0.06                               |
| Ligero                             | 0.20                               |
| Normal                             | 0.25                               |
| <b>VESTIDOS - FALDAS</b>           | -                                  |
| Falda ligera en verano             | 0.15                               |
| Falda gruesa en invierno           | 0.25                               |
| Vestido ligero, mangas cortas      | 0.20                               |
| Vestido de invierno, mangas largas | 0.40                               |

|   |      |
|---|------|
| <b>PULLOVER</b>                         | -    |
| Chaleco sin mangas                      | 0.12 |
| Pulóver ligero                          | 0.20 |
| Pulóver grueso                          | 0.35 |
| <b>CHAQUETA</b>                         | -    |
| Chaqueta ligera de verano               | 0.25 |
| Chaqueta normal                         | 0.35 |
| <b>FORRADAS CON ELEVADO AISLAMIENTO</b> | -    |
| Mono de trabajo                         | 0.90 |
| Pantalón                                | 0.35 |
| Chaqueta                                | 0.40 |
| <b>PRENDAS EXTERIORES DE ABRIGO</b>     | -    |
| Abrigo                                  | 0.60 |
| Chaqueta larga                          | 0.55 |
| Mono forrado                            | 0.55 |
| <b>DIVERSOS</b>                         | -    |
| Calcetines                              | 0.02 |
| Medias de nylon                         | 0.03 |
| Zapatos de suela delgada                | 0.02 |
| Zapatos de suela gruesa                 | 0.04 |
| Botas                                   | 0.10 |
| Guantes                                 | 0.05 |

**FUENTE:** Chávez del Valle. (2002).



# Anexo N° 3





Anexo N° 3  
**Fichas tipológicas de las viviendas tradicionales y comunes**



## Obtención de la muestra de investigación Vivienda tradicional laboratorio

Ficha N° 03

Vivienda N° 06

### LOCALIZACIÓN



### DIRECCIÓN

Municipio: Tampico  
 Estado: Tamaulipas  
 Zona Centro: Altamira N° 508

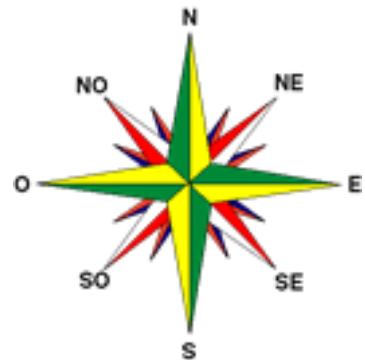
### ASPECTOS LEGALES

Régimen de propiedad: En condominio

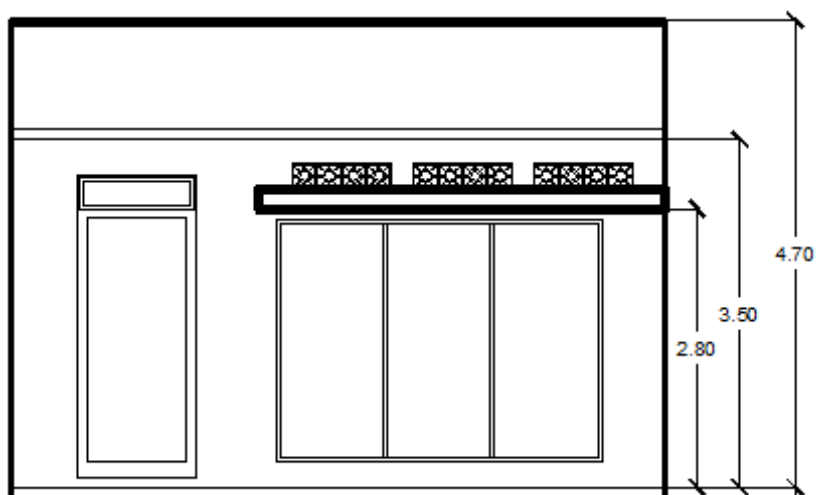
### IDENTIFICACIÓN

Uso original: Vivienda Unifamiliar Independiente  
 Condición actual: Deshabitada  
 Año de construcción: 1935  
 Superficie del predio: 170.00 m<sup>2</sup>  
 Área construida: 161.67 m<sup>2</sup>  
 Tipología: Vivienda unifamiliar  
 Número de recamaras: 2  
 Climatización: Ninguna  
 Altura de niveles: 3.50 m  
 Color exterior: Aparente  
 Color acabado cubierta: Blanco

### ORIENTACIÓN



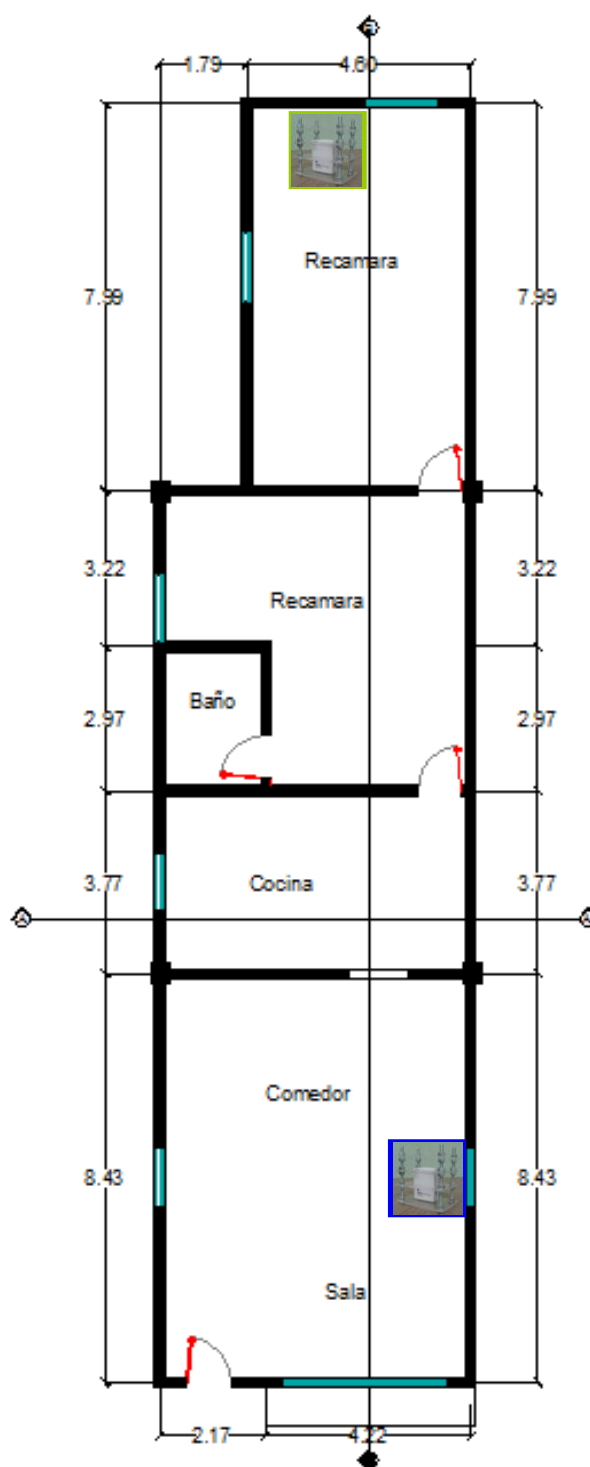
## FACHADA PRINCIPAL



## VISTA DE FACHADA



## PLANTA ARQUITECTÓNICA



Selección de espacios para colocar los instrumentos de medición temperatura y humedad

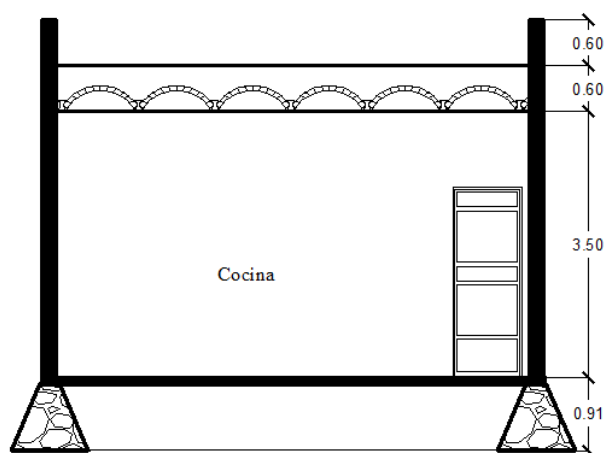
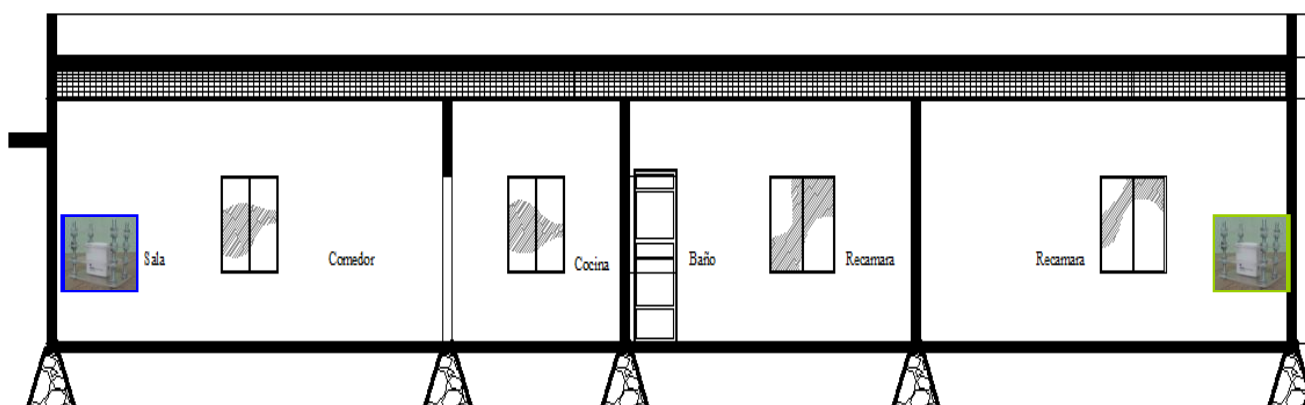
**Sala**



**Recámara Principal**

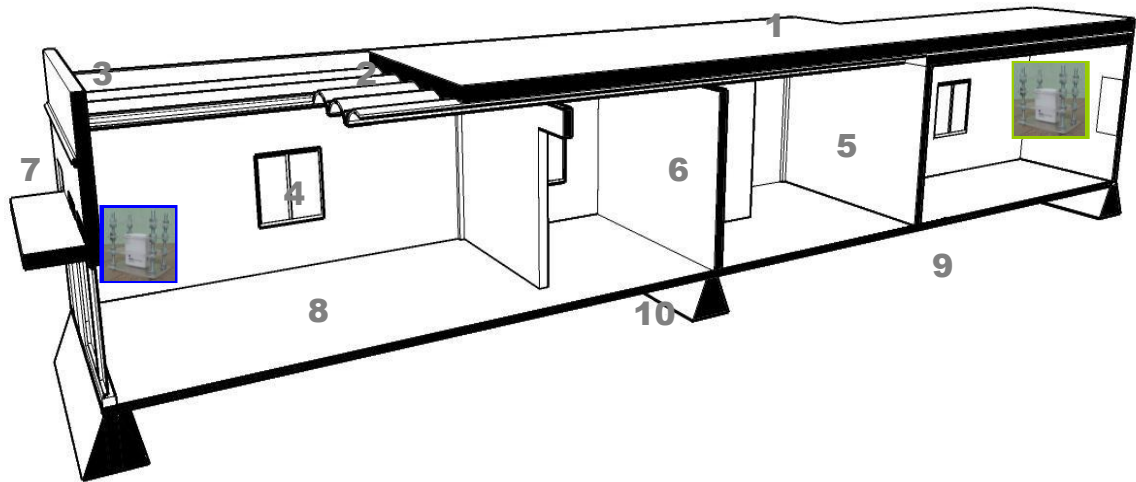


**Hobo U10-003 data logger en el interior en la sala y recámara principal**

**CORTES****CORTE A-A'****CORTE B-B'**

**Hobo U10-003 data logger en el interior de la recámara principal**

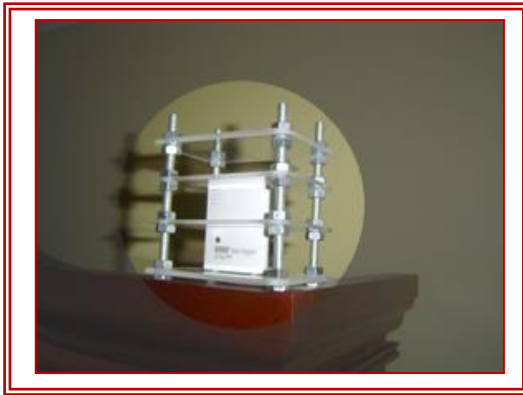


**ISOMÉTRICO**

**Hobo U10-003 data logger en el interior de la sala**

**TECNOLOGÍA APLICADA**

| <b>N°</b> | <b>Solución Constructiva</b>   |
|-----------|--|
| <b>1</b>  | Impermeabilizante a base de emulsión de asfalto con asbesto                      |
| <b>2</b>  | Cubierta de bóveda curva o catalana  |
| <b>3</b>  | Pretils de ladrillo de milpa   |
| <b>4</b>  | Ventanas de madera de cedro a doble hoja de 2.00 de altura x 1.00 m de ancho.    |
| <b>5</b>  | Aplanados interiores de caliche; cal y arena proporción 1:4                      |
| <b>6</b>  | Muros de ladrillo de milpa de 0.05 x 0.10 x 0.20 m                               |
| <b>7</b>  | Aplanados exteriores de caliche; Cal y arena proporción 1:4                      |
| <b>8</b>  | Mosaico de pasta   |
| <b>9</b>  | Plantilla de tierra de revestimiento con cascajo de 0.05 m                       |
| <b>10</b> | Zapata corrida de piedra brasa con escarpio a 60°                                |
| <b>11</b> | Instalación hidráulica de Tubería galvanizada                                    |
| <b>12</b> | Instalación Sanitaria de Fierro fundido unido alquitrán de ulla y sello de plomo |
| <b>13</b> | Cañería exterior barro vitrificado   |

**Ubicación de los HOBO's U10-003, data loggers**

**Sala**  
**188.00 m<sup>3</sup>**  
**No climatizada**



**Recámara principal**  
**128.00 m<sup>3</sup>**  
**No climatizada**

**Análisis espacial de la vivienda**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Volumen total interior                   | <b>540.00 m<sup>3</sup></b> |
| Área de cubierta                         | <b>154.00 m<sup>2</sup></b> |
| Área de la envolvente sin cubierta       | <b>224.00 m<sup>2</sup></b> |
| Área de aberturas en la envolvente       | <b>27.00 m<sup>2</sup></b>  |
| Porcentaje de aberturas en la envolvente | <b>12.00 %</b>              |





## Obtención de la muestra de investigación Vivienda tradicional

Ficha N° 04

Vivienda N° 10

### LOCALIZACIÓN



### DIRECCIÓN

Municipio: Tampico  
 Estado: Tamaulipas  
 Zona Centro: César López de Lara N° 211 Nte.

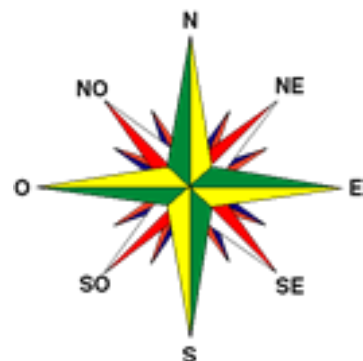
### ASPECTOS LEGALES

Régimen de propiedad: En condominio

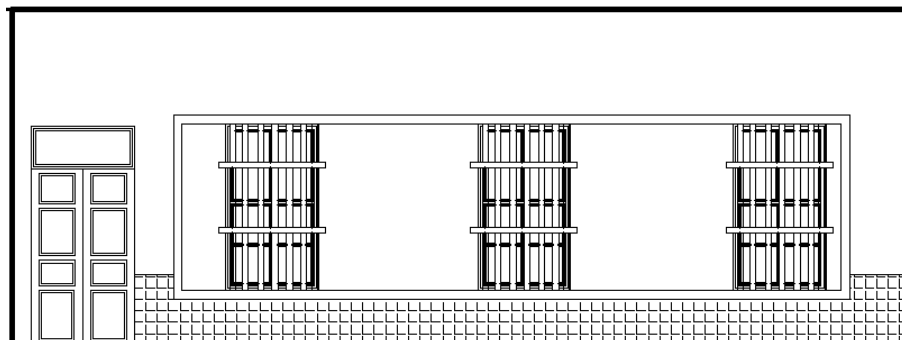
### IDENTIFICACIÓN

Uso original: Vivienda Unifamiliar Independiente  
 Condición actual: Habitada por 3 usuarios  
 Año de construcción: 1937  
 Superficie del predio: 170.00 m<sup>2</sup>  
 Área construida: 133.78 m<sup>2</sup>  
 Tipología: Vivienda unifamiliar  
 Número de recamaras: 2  
 Climatización: Ventiladores de techo y pedestal  
 Altura de niveles: 3.50 m  
 Color exterior: Gris Claro y Loseta Roja  
 Color acabado cubierta: Blanco

### ORIENTACIÓN

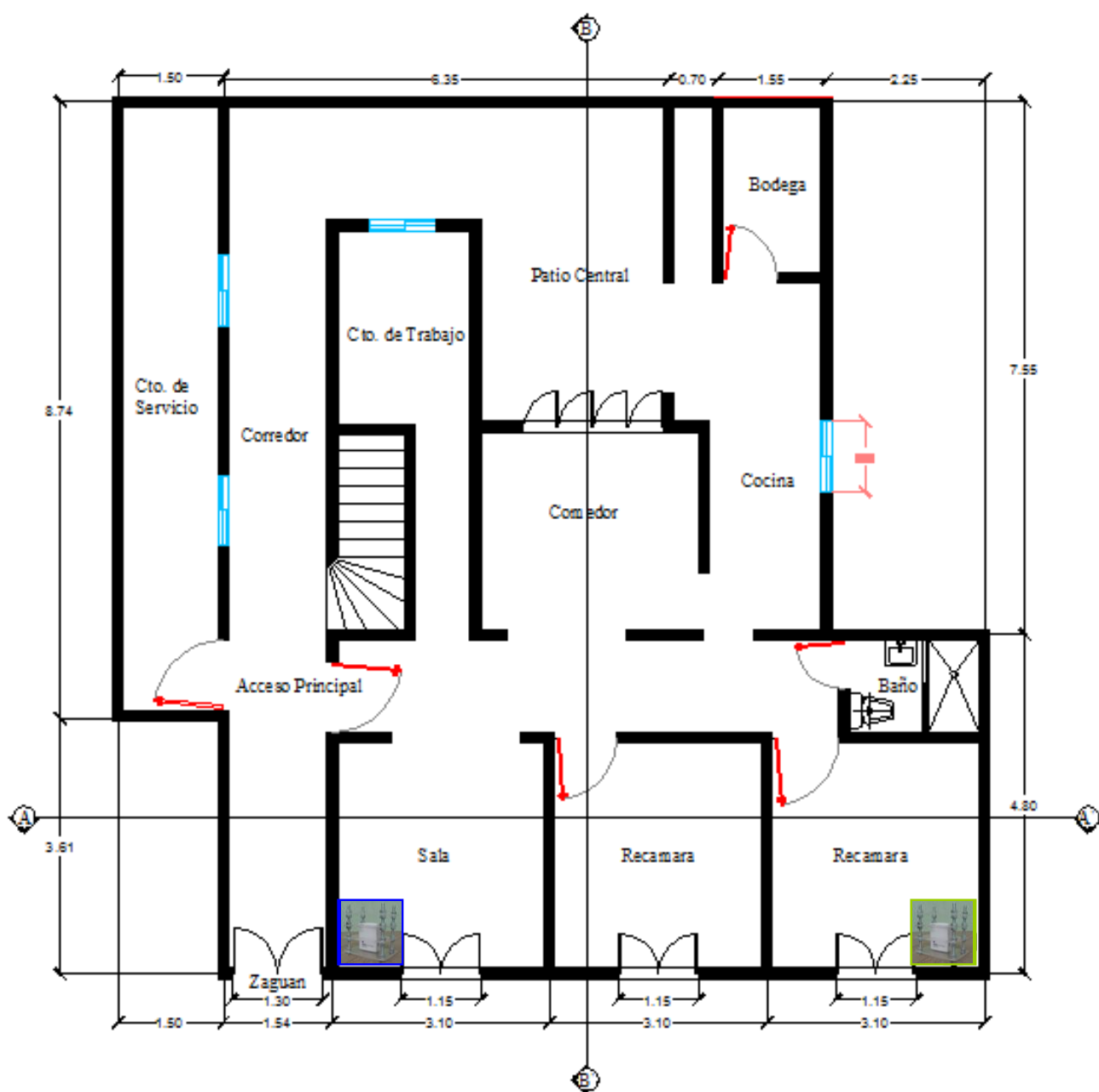


### FACHADA PRINCIPAL



### VISTA DE FACHADA



**PLANTA ARQUITECTÓNICA**

Selección de espacios para colocar los instrumentos de medición temperatura y humedad

**Sala**

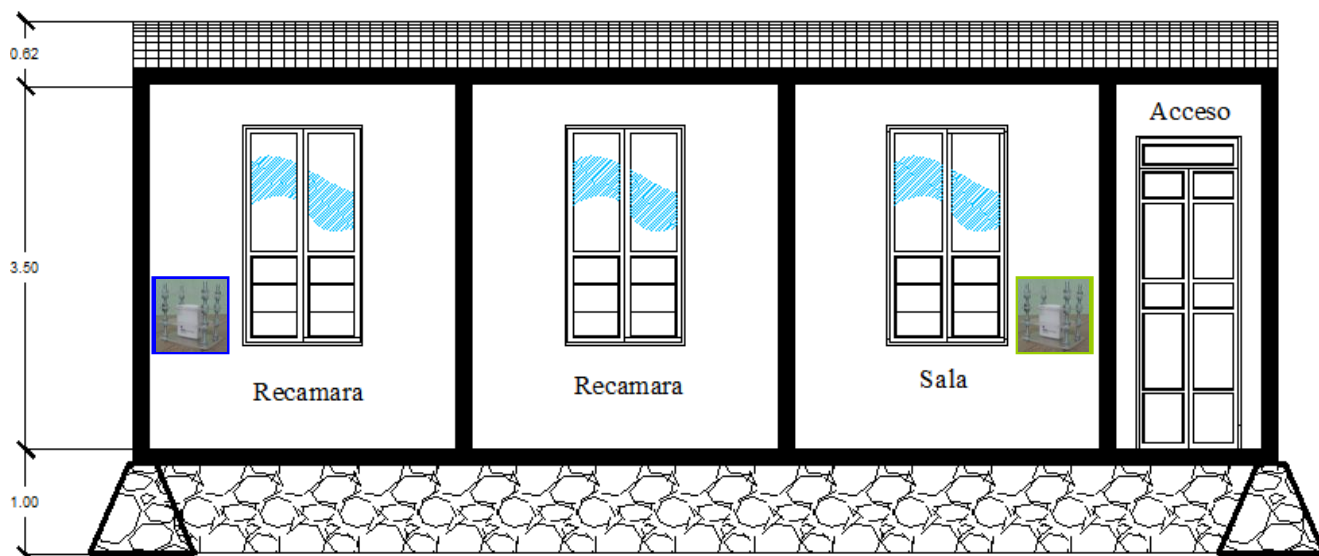


**Recámara Principal**

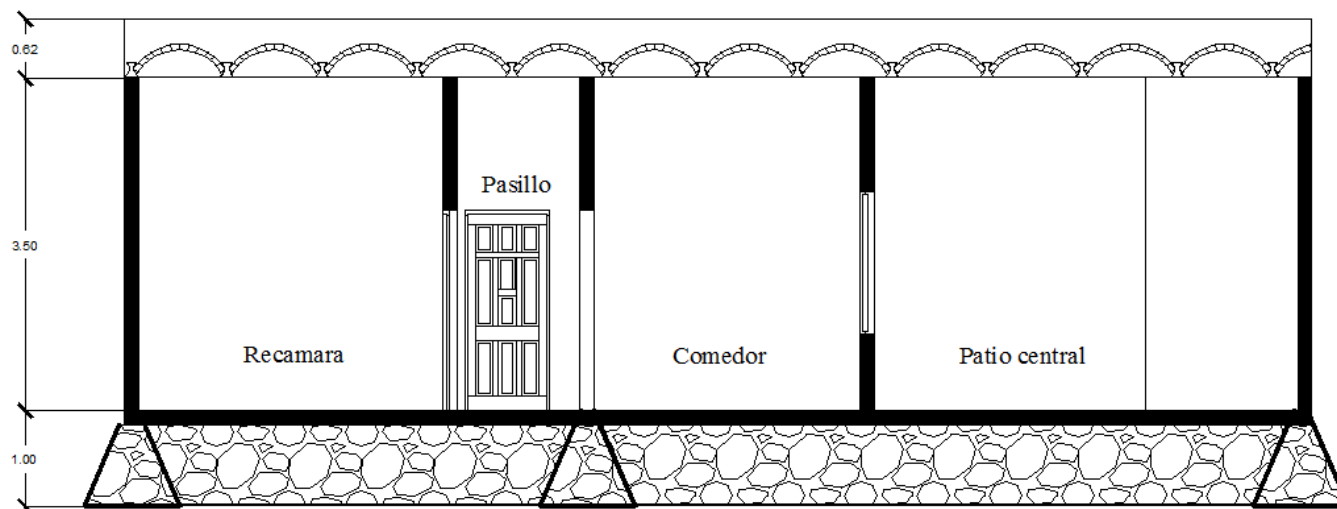


**Hobo U10-003 data logger en el interior en la sala y recámara principal**

## CORTES



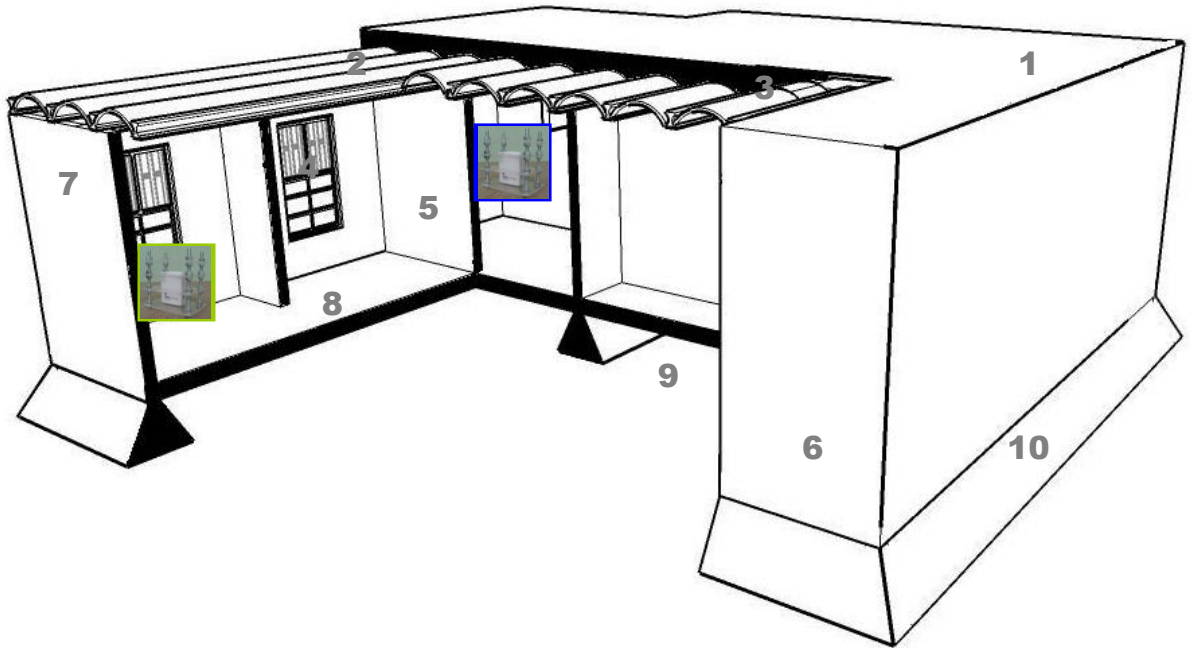
### CORTE A-A'



### CORTE B-B'

Hobo U10-003 data logger en el interior de la recámara principal

## ISOMÉTRICO



Hobo U10-003 data logger en el interior de la sala

## TECNOLOGÍA APLICADA

| Nº | Solución Constructiva  |
|----|--|
| 1  | Impermeabilizante a base de emulsión de asfalto con asbesto                      |
| 2  | Cubierta de bóveda curva o catalana  |
| 3  | Pretilas de ladrillo de milpa  |
| 4  | Ventanas de madera de cedro a doble hoja de 2.00 de altura x 1.00 m de ancho.    |
| 5  | Aplanados interiores de caliche; cal y arena proporción 1:4                      |
| 6  | Muros de ladrillo de milpa de 0.05 x 0.10 x 0.20 m                               |
| 7  | Aplanados exteriores de caliche; Cal y arena proporción 1:4                      |
| 8  | Mosaico de pasta   |
| 9  | Plantilla de tierra de revestimiento con cascajo de 0.05 m                       |
| 10 | Zapata corrida de piedra brasa con escarpio a 60°                                |
| 11 | Instalación hidráulica de Tubería galvanizada                                    |
| 12 | Instalación Sanitaria de Fierro fundido unido alquitrán de ulla y sello de plomo |
| 13 | Cañería exterior barro vitrificado   |

**Ubicación de los Hobo's U10-003, data loggers**

**Sala**  
**38.00 m<sup>3</sup>**  
**No climatizada**



**Recámara principal**  
**38.00 m<sup>3</sup>**  
**No climatizada**

**Análisis espacial de la vivienda**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Volumen total interior                   | <b>305.30 m<sup>3</sup></b> |
| Área de cubierta                         | <b>82.60 m<sup>2</sup></b>  |
| Área de la envolvente sin cubierta       | <b>146.65 m<sup>2</sup></b> |
| Área de aberturas en la envolvente       | <b>2.00 m<sup>2</sup></b>   |
| Porcentaje de aberturas en la envolvente | <b>28.00 %</b>              |



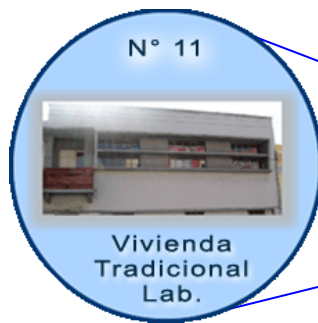


### Obtención de la muestra de investigación Vivienda tradicional laboratorio

Ficha N° 05

Vivienda N° 11

#### LOCALIZACIÓN



#### DIRECCIÓN

Municipio: Tampico  
 Estado: Tamaulipas  
 Zona Centro: César López de Lara N° 211 Altos Nte.

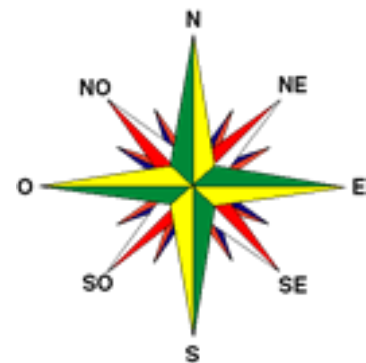
#### ASPECTOS LEGALES

Régimen de propiedad: En condominio

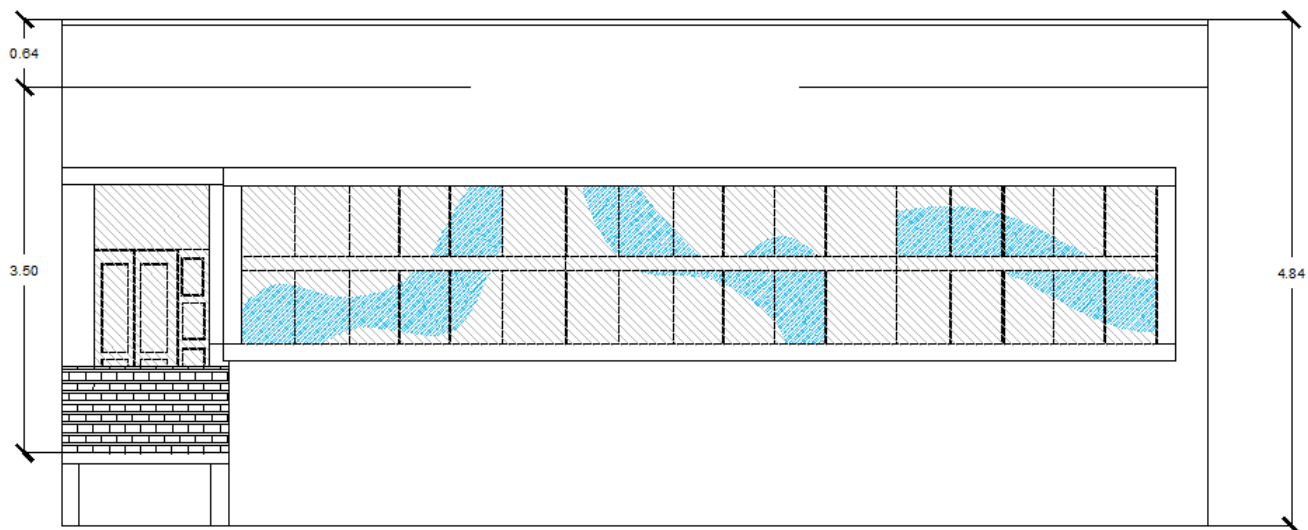
#### IDENTIFICACIÓN

|                         |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| Uso original:           | Vivienda Unifamiliar Independiente |
| Condición actual:       | Deshabitada                        |
| Año de construcción:    | 1948                               |
| Superficie del predio:  | 75.00 m <sup>2</sup>               |
| Área construida:        | 72.60 m <sup>2</sup>               |
| Tipología:              | Vivienda unifamiliar               |
| Número de recamaras:    | 2                                  |
| Climatización:          | Ninguna                            |
| Altura de niveles:      | 3.50 m                             |
| Color exterior:         | Grís Claro                         |
| Color acabado cubierta: | Blanco                             |

#### ORIENTACIÓN



### FACHADA PRINCIPAL

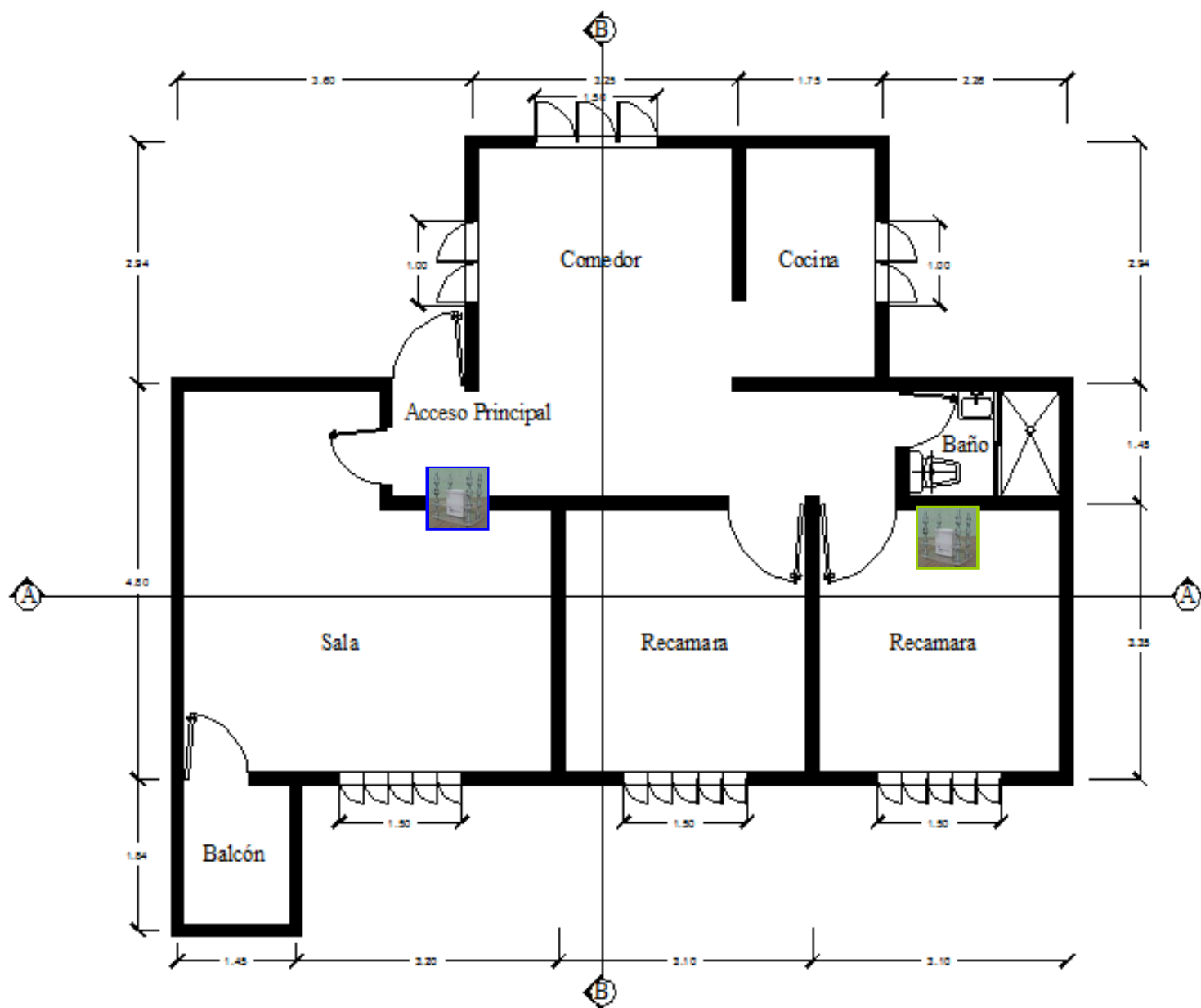


### VISTA DE FACHADA





## PLANTA ARQUITECTÓNICA



Selección de espacios para colocar los instrumentos de medición temperatura y humedad

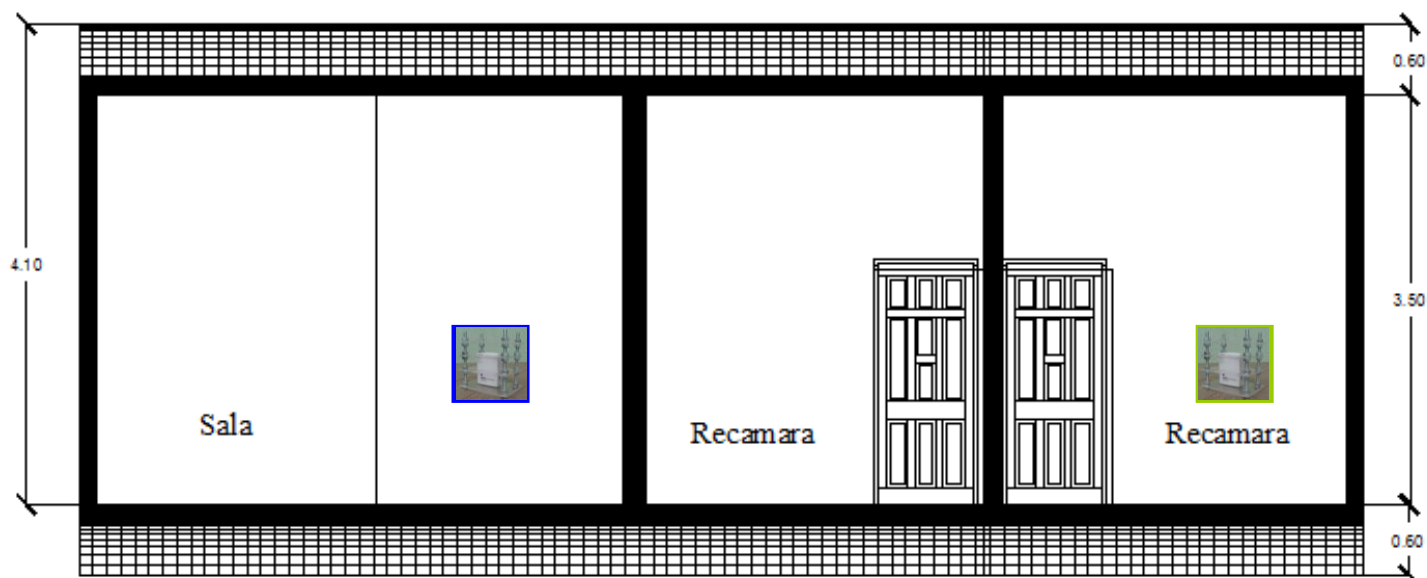
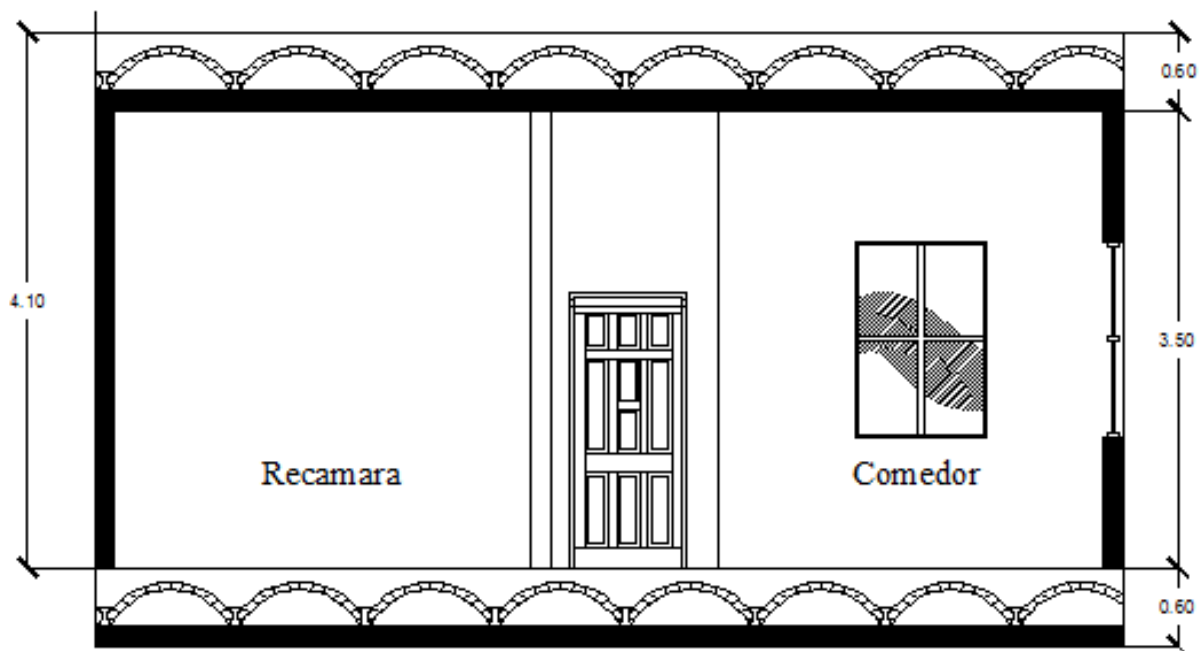
Sala



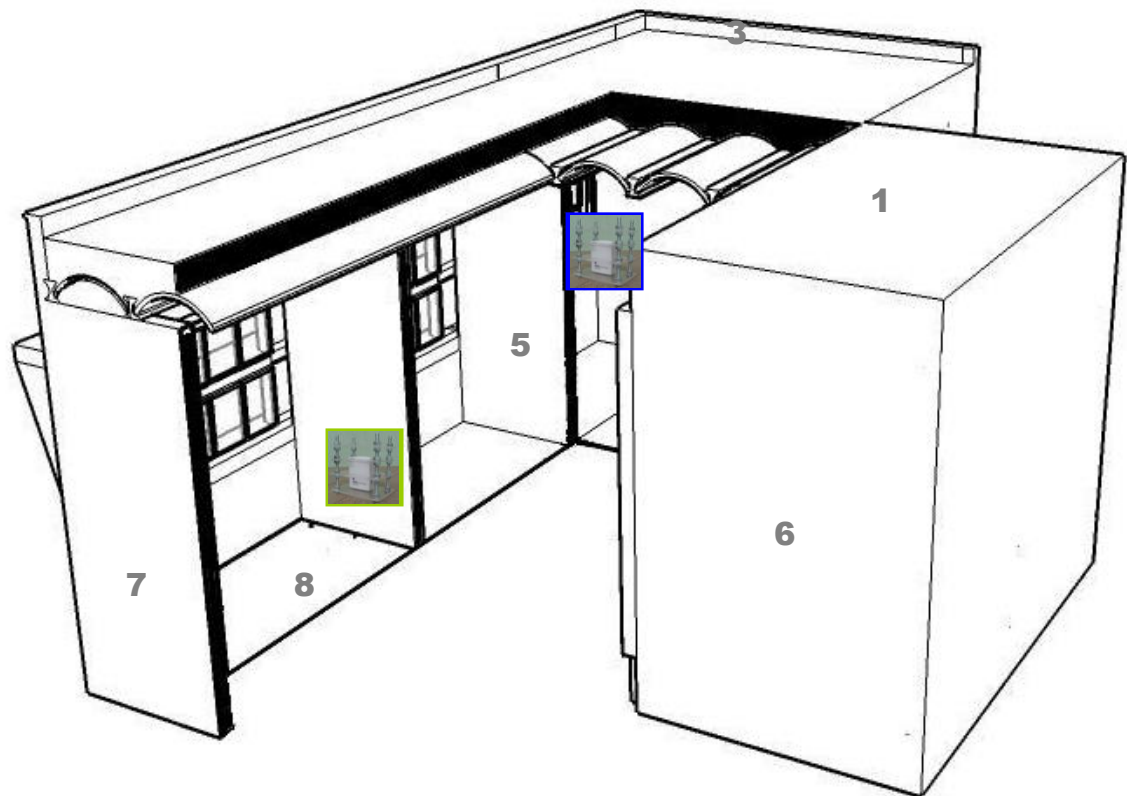
Recámara Principal



Hobo U10-003 data logger en el interior en la sala y recámara principal

**CORTES****CORTE A-A'****CORTE B-B'**

**Hobo U10-003 data logger en el interior de la recámara principal**

**ISOMÉTRICO**

**Hobo U10-003 data logger en el interior de la sala**

**TECNOLOGÍA APLICADA**

| <b>N°</b> | <b>Solución Constructiva</b>   |
|-----------|--|
| <b>1</b>  | Impermeabilizante a base de emulsión de asfalto con asbesto                      |
| <b>2</b>  | Cubierta de bóveda curva o catalana  |
| <b>3</b>  | Pretils de ladrillo de milpa   |
| <b>4</b>  | Ventanas de madera de cedro a doble hoja de 2.00 de altura x 1.00 m de ancho.    |
| <b>5</b>  | Aplanados interiores de caliche; cal y arena proporción 1:4                      |
| <b>6</b>  | Muros de ladrillo de milpa de 0.05 x 0.10 x 0.20 m                               |
| <b>7</b>  | Aplanados exteriores de caliche; Cal y arena proporción 1:4                      |
| <b>8</b>  | Mosaico de pasta   |
| <b>9</b>  | Instalación hidráulica de Tubería galvanizada                                    |
| <b>10</b> | Instalación Sanitaria de Fierro fundido unido alquitrán de ulla y sello de plomo |
| <b>11</b> | Cañería exterior barro vitrificado   |

**Ubicación de los Hobo's U10-003, data loggers**

**Sala**  
**61.00 m<sup>3</sup>**  
**No climatizada**



**Recámara principal**  
**36.00 m<sup>3</sup>**  
**No climatizada**

**Análisis espacial de la vivienda**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Volumen total interior                   | <b>147.00 m<sup>3</sup></b> |
| Área de cubierta                         | <b>42.00 m<sup>2</sup></b>  |
| Área de la envolvente sin cubierta       | <b>110.60 m<sup>2</sup></b> |
| Área de aberturas en la envolvente       | <b>21.00 m<sup>2</sup></b>  |
| Porcentaje de aberturas en la envolvente | <b>19.00 %</b>              |

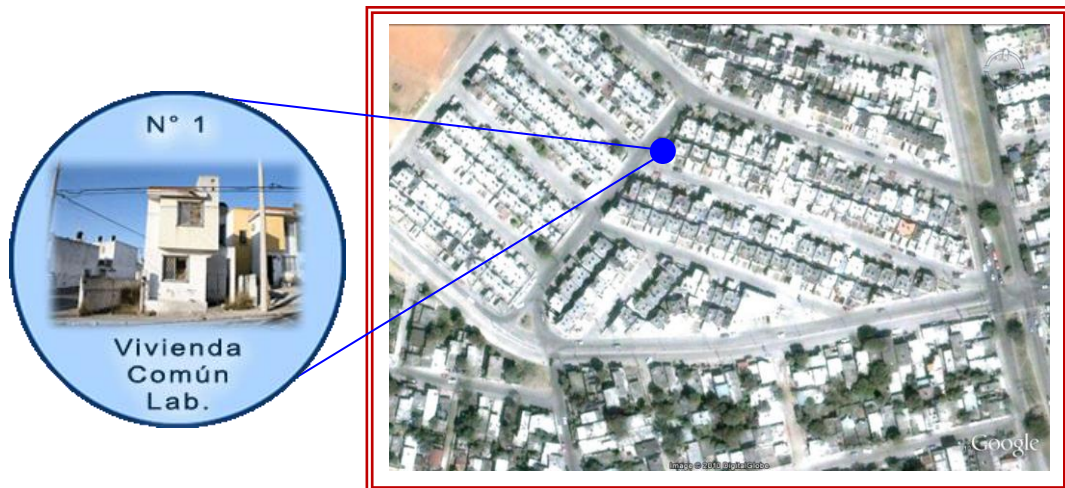


## Obtención de la muestra de investigación Vivienda común laboratorio

Ficha N° 06

Vivienda N° 01

### UBICACIÓN



### LOCALIZACIÓN

Municipio: Tampico  
 Estado: Tamaulipas  
 Fraccionamiento: Colinas de San Gerardo  
 Calle y Número: El Cielo N° 139

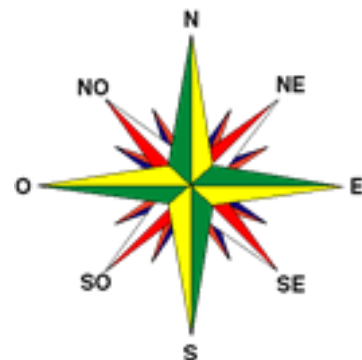
### ASPECTOS LEGALES

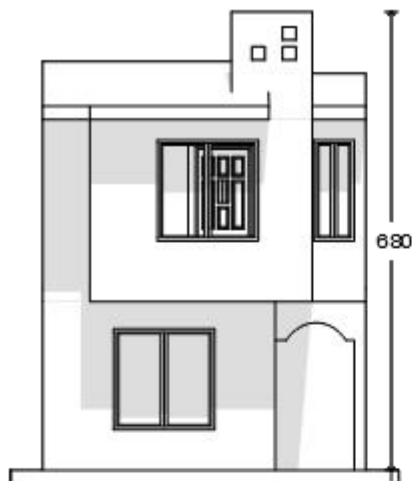
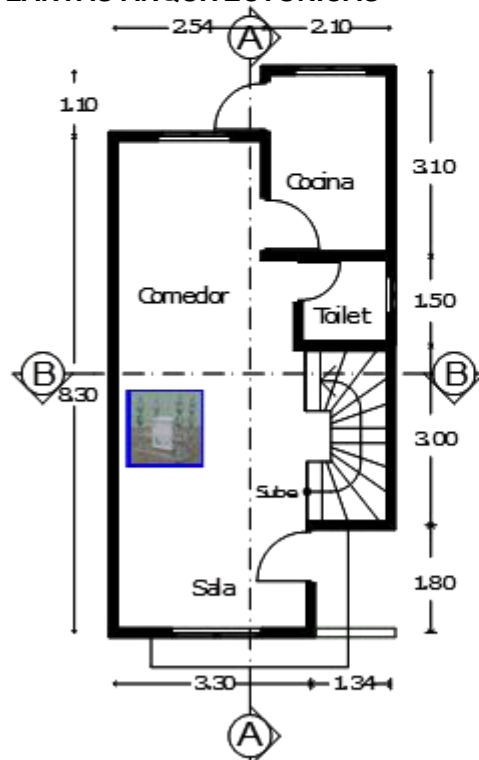
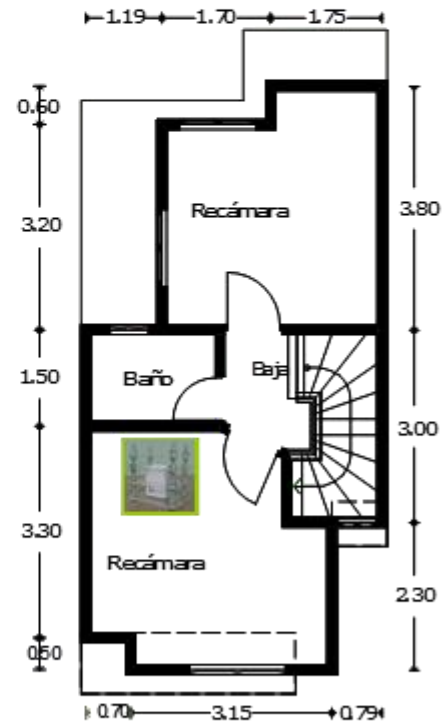
Régimen de propiedad: Privado

### IDENTIFICACIÓN

Uso original: Vivienda independiente  
 Condición actual: Deshabitada  
 Año de construcción: 1995  
 Superficie del predio: 120, 00 m<sup>2</sup>  
 Área construida: 66, 10 m<sup>2</sup>  
 Tipología: Vivienda unifamiliar  
 Número de recamaras: 2  
 Climatización: Ninguna  
 Altura de niveles: 2, 50 m  
 Color exterior: Blanco Ostión  
 Color acabado cubierta: Blanco y vistas rojas

### ORIENTACIÓN



**FACHADA PRINCIPAL****VISTA DE FACHADA****PLANTAS ARQUITECTÓNICAS****PLANTA BAJA****PLANTA ALTA**

Selección de espacios para colocar los instrumentos de medición temperatura y humedad

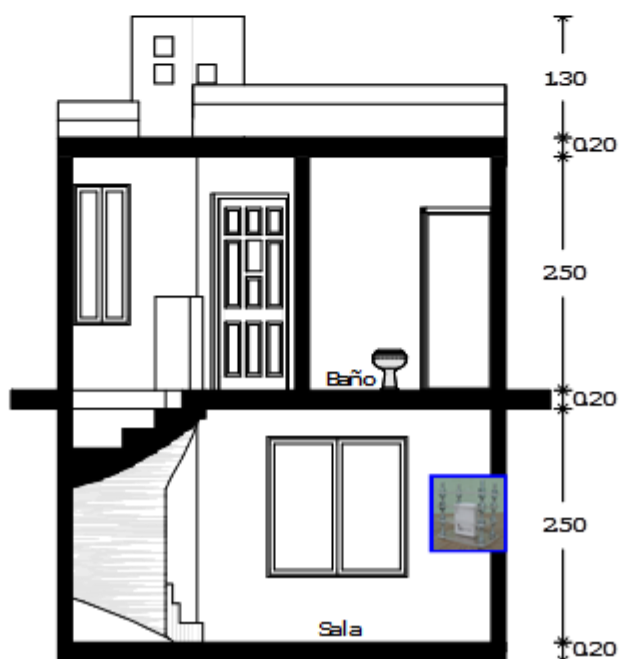
Sala



Recámara Principal

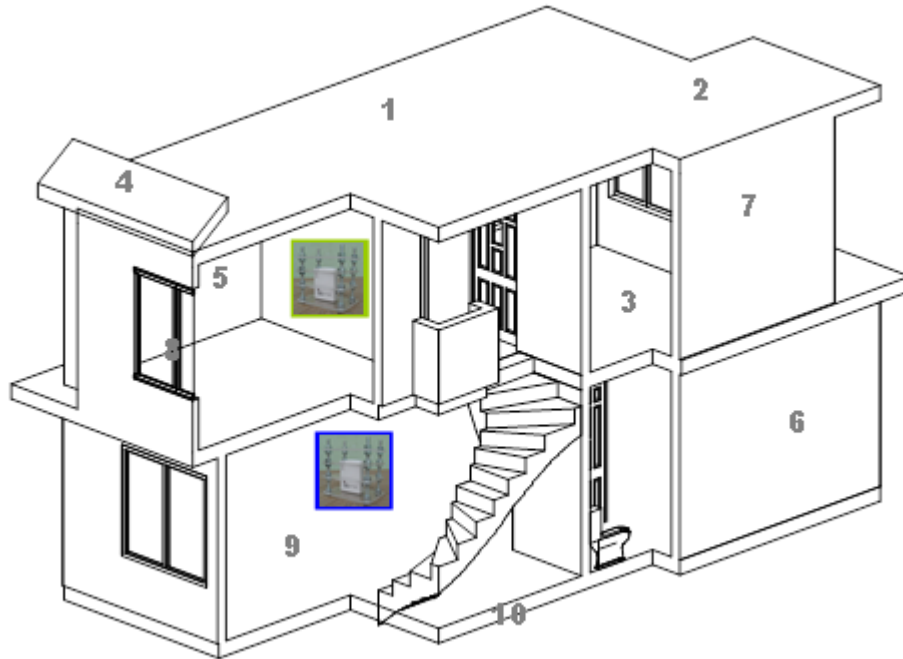


**Hobo U10-003 data logger en el interior en la sala y recámara principal**

**CORTES****CORTE A-A'****CORTE B-B'**

**Hobo U10-003 data logger en el interior de la sala y la recámara principal**

## ISOMÉTRICO

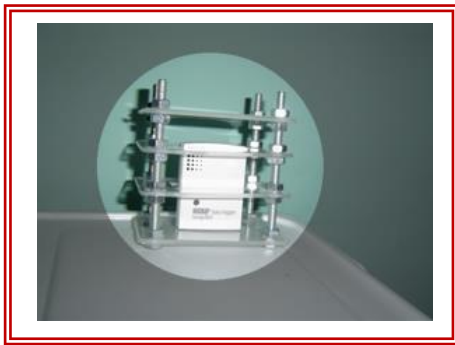


Hobo U10-003 data logger en el interior de la sala y la recámara principal

## TECNOLOGÍA APLICADA

| N° | Solución Constructiva  |
|----|--|
| 1  | Impermeabilizante a base de resinas acrílicas y capas de fibra de vidrio |
| 2  | Cubierta de azotea aligerado con casetones de poliestireno               |
| 3  | Cubierta de entrepiso aligerado con casetones de poliestireno            |
| 4  | Pretils de panel W acabado cemento-arena e impermeabilización            |
| 5  | Aplanado interior de yeso  |
| 6  | Muro de Bloque pesado de 0.15 x 0.20 x 0.40 m                            |
| 7  | Aplanado exterior de cemento-arena proporción 1:5                        |
| 8  | Cancelería de aluminio natural con acristalamiento de 6 mm               |
| 9  | Pisos de cemento pulido  |
| 10 | Losa de cimentación de concreto armado de bloque doble losa              |
| 11 | Instalación hidráulica de tubería de P.V.C.                              |
| 12 | Instalación Sanitaria Tubería de Cobre                                   |



**Ubicación de los HOBO's U10-003, data loggers**

**Sala**  
**68.00 m<sup>3</sup>**  
**No climatizada**



**Recámara principal**  
**36.00 m<sup>3</sup>**  
**No climatizada**

**Análisis espacial de la vivienda**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Volumen total interior                   | <b>200.00 m<sup>3</sup></b> |
| Área de cubierta                         | <b>43.00 m<sup>2</sup></b>  |
| Área de la envolvente sin cubierta       | <b>183.80 m<sup>2</sup></b> |
| Área de aberturas en la envolvente       | <b>19.00 m<sup>2</sup></b>  |
| Porcentaje de aberturas en la envolvente | <b>10.00 %</b>              |

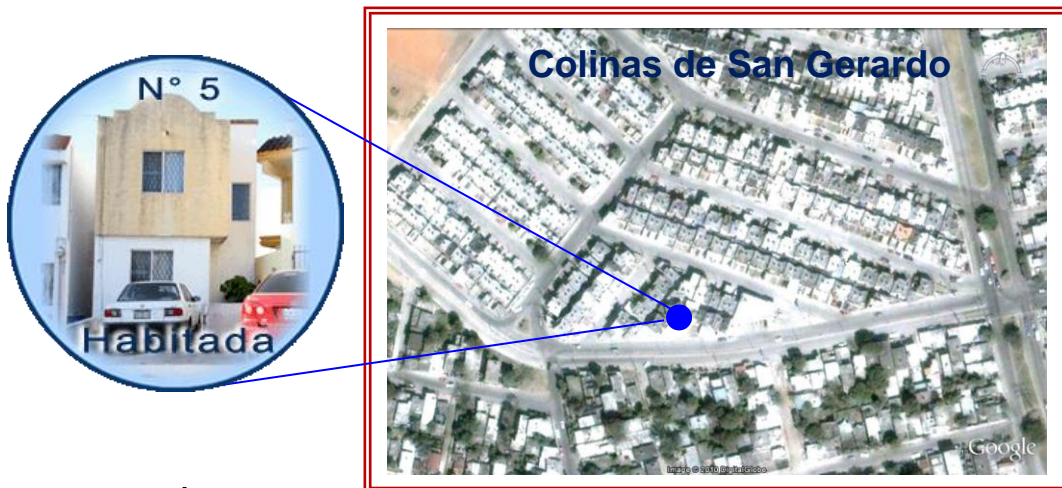


## Obtención de la muestra de investigación Vivienda común

Ficha N° 07

Vivienda N° 05

### UBICACIÓN



### LOCALIZACIÓN

Municipio: Tampico  
 Estado: Tamaulipas  
 Fraccionamiento: Colinas de San Gerardo  
 Calle y Número: Av. Administradores N° 211

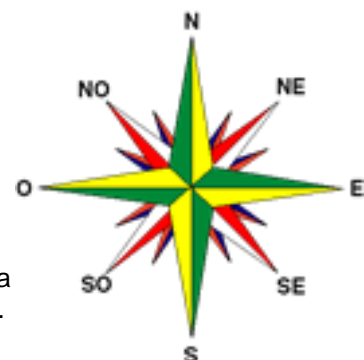
### ASPECTOS LEGALES

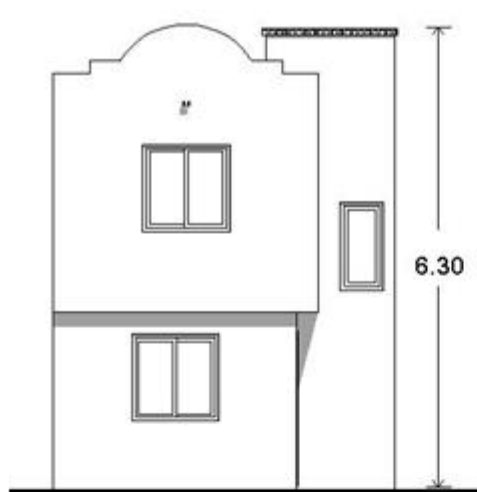
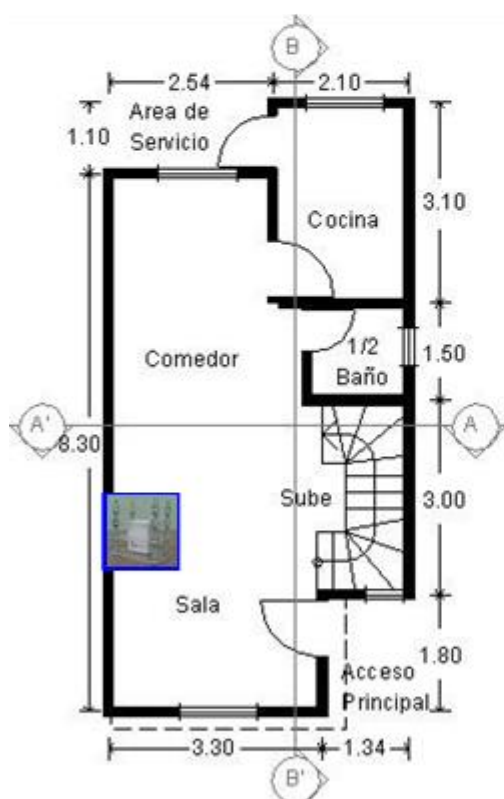
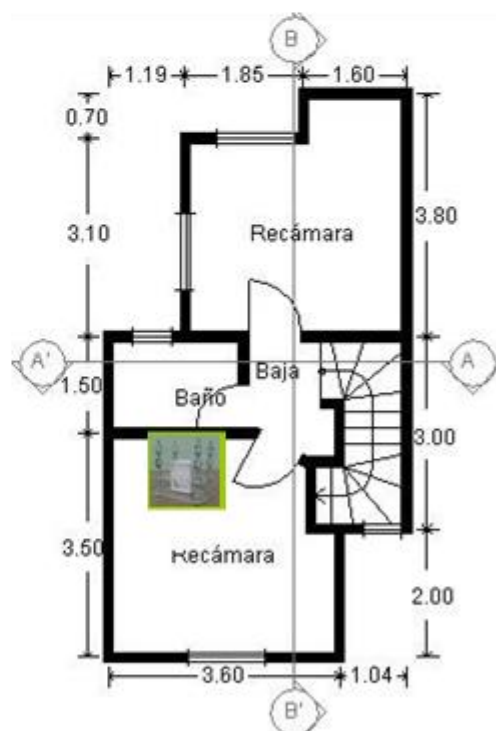
Régimen de propiedad: Privado

### IDENTIFICACIÓN

Uso original: Vivienda independiente  
 Condición actual: Habitada por 2 usuarios  
 Año de construcción: 1997  
 Superficie del predio: 120.00 m<sup>2</sup>  
 Área construida: 70.15 m<sup>2</sup>  
 Tipología: Vivienda unifamiliar  
 Número de recamaras: 2  
 Climatización: Artificial, A/C 220 Watts de ventana  
 En Recámara Principal y Escalera.  
 Altura de niveles: 2.40 m  
 Color exterior: Blanco y crema  
 Color acabado cubierta: Blanco

### ORIENTACIÓN

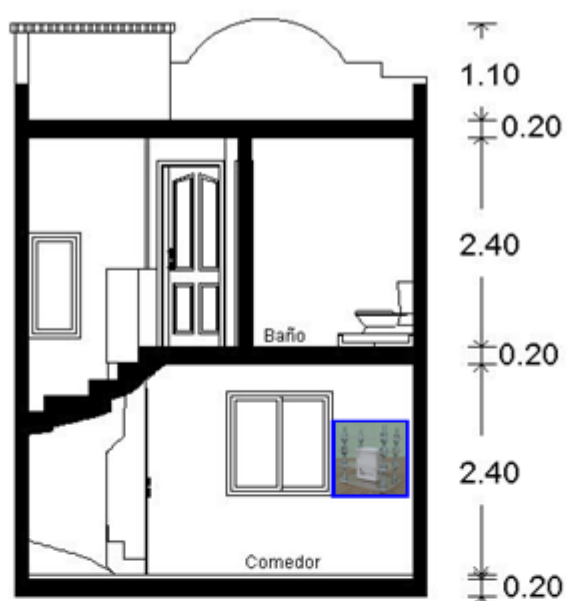
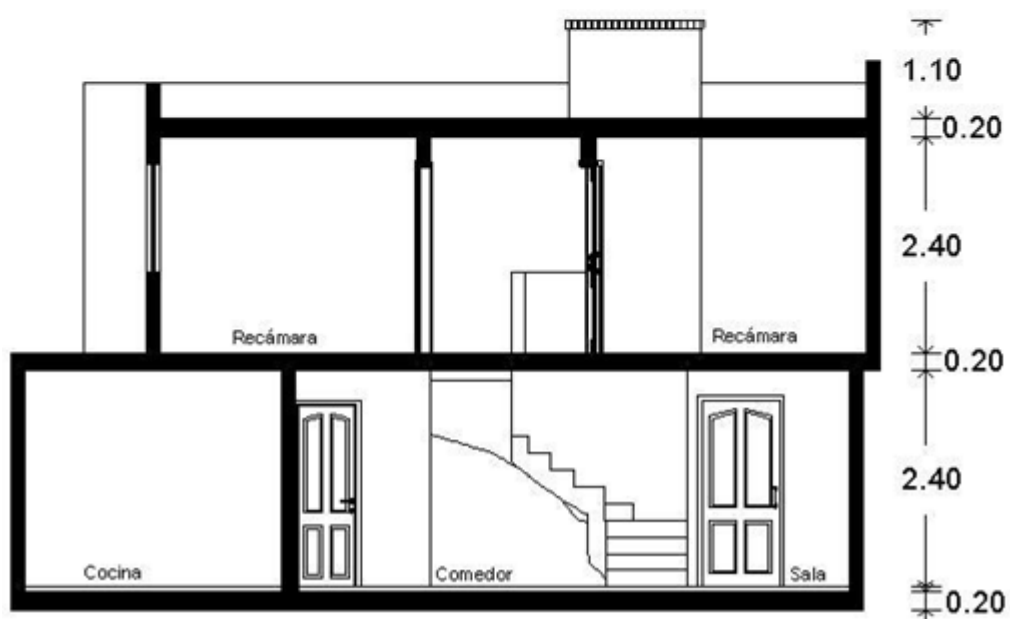


**FACHADA PRINCIPAL****VISTA DE FACHADA****PLANTAS ARQUITECTÓNICAS****PLANTA BAJA****PLANTA ALTA**

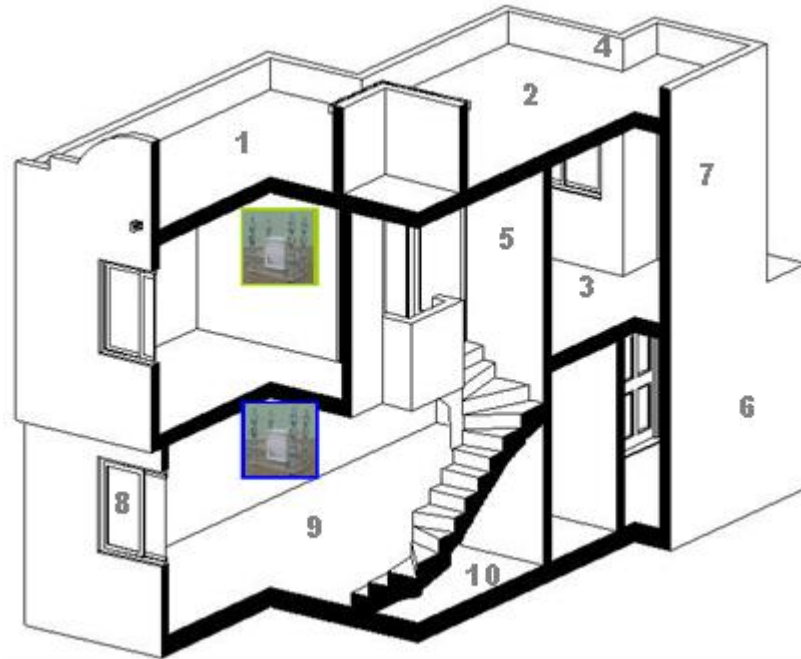
Selección de espacios para colocar los instrumentos de medición temperatura y humedad

**Sala****Recámara Principal**

**Hobo U10-003 data logger en el interior en la sala y recámara principal**

**CORTES****CORTE A-A'****CORTE B-B'**

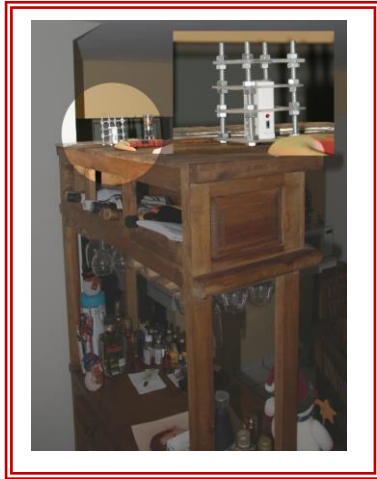
**Hobo U10-003 data logger en el interior de la sala y la recámara principal**

**ISOMÉTRICO**

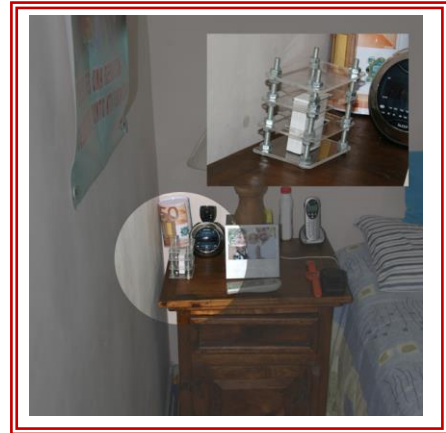
**Hobo U10-003 data logger en el interior de la sala y la recámara principal**

**TECNOLOGÍA APLICADA**

| <b>N°</b> | <b>Solución Constructiva</b>   |
|-----------|--|
| <b>1</b>  | Impermeabilizante a base de resinas acrílicas y capas de fibra de vidrio |
| <b>2</b>  | Cubierta de azotea aligerado con casetones de poliestireno               |
| <b>3</b>  | Cubierta de entrepiso aligerado con casetones de poliestireno            |
| <b>4</b>  | Pretils de Bloque ligero de 0.15 x 0.20 x 0.40 m                         |
| <b>5</b>  | Aplanado interior de yeso  |
| <b>6</b>  | Muro de Bloque pesado de 0.15 x 0.20 x 0.40 m                            |
| <b>7</b>  | Aplanado exterior de cemento-arena proporción 1:5                        |
| <b>8</b>  | Cancelería de aluminio natural con acristalamiento de 6 mm               |
| <b>9</b>  | Pisos de cemento pulido  |
| <b>10</b> | Losa de cimentación de concreto armado de bloque doble losa              |
| <b>11</b> | Instalación hidráulica de tubería de P.V.C.                              |
| <b>12</b> | Instalación Sanitaria Tubería de Cobre                                   |

**Ubicación de los Hobo's U10-003, data loggers**

**Sala**  
**66.00 m<sup>3</sup>**  
**Climatizada**



**Recámara principal**  
**30.00 m<sup>3</sup>**  
**Climatizada**

**Análisis espacial de la vivienda**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Volumen total interior                   | <b>195.00 m<sup>3</sup></b> |
| Área de cubierta                         | <b>43.60 m<sup>2</sup></b>  |
| Área de la envolvente sin cubierta       | <b>169.70 m<sup>2</sup></b> |
| Área de aberturas en la envolvente       | <b>20.00 m<sup>2</sup></b>  |
| Porcentaje de aberturas en la envolvente | <b>12.00 %</b>              |



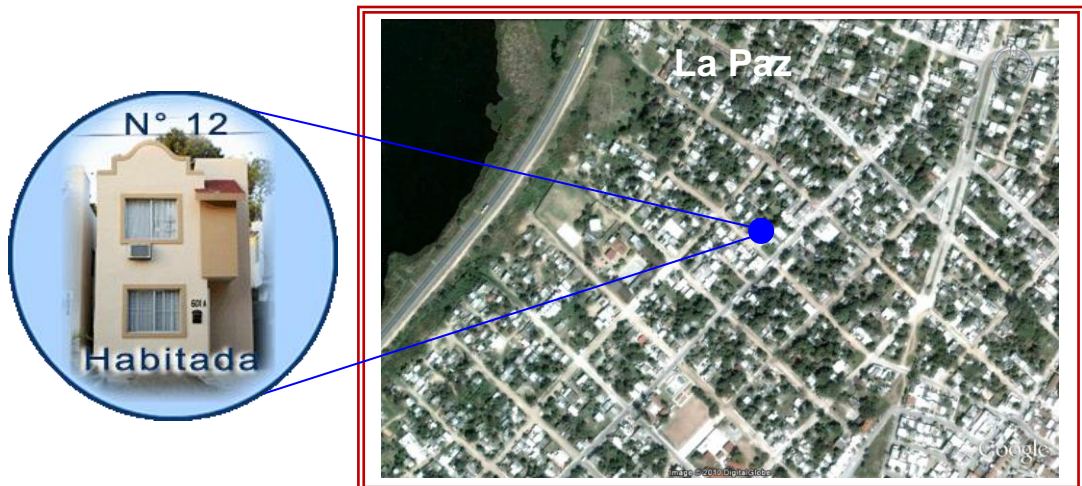


## Obtención de la muestra de investigación Vivienda común

Ficha N° 08

Vivienda N° 12

### UBICACIÓN



### LOCALIZACIÓN

Municipio: Tampico  
 Estado: Tamaulipas  
 Colonia: La Paz  
 Calle y Número: Arenosa N° 601-A

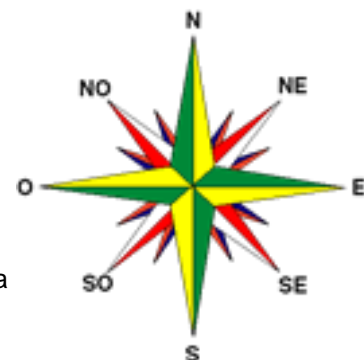
### ASPECTOS LEGALES

Régimen de propiedad: Privado

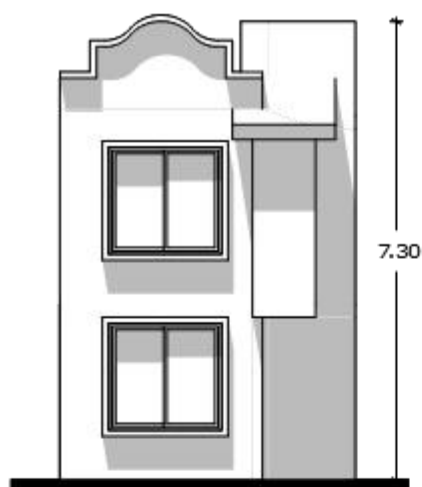
### IDENTIFICACIÓN

Uso original: Vivienda independiente  
 Condición actual: Habitada por 3 usuarios  
 Año de construcción: 2007  
 Superficie del predio: 120.00 m<sup>2</sup>  
 Área construida: 78.25 m<sup>2</sup>  
 Tipología: Vivienda unifamiliar  
 Número de recamaras: 2  
 Climatización: Artificial, A/C 220 Watts de ventana  
 En Recámara Principal  
 Altura de niveles: 2.70 m  
 Color exterior: Beige y café claro  
 Color acabado cubierta: Blanco con vistas rojas

### ORIENTACIÓN



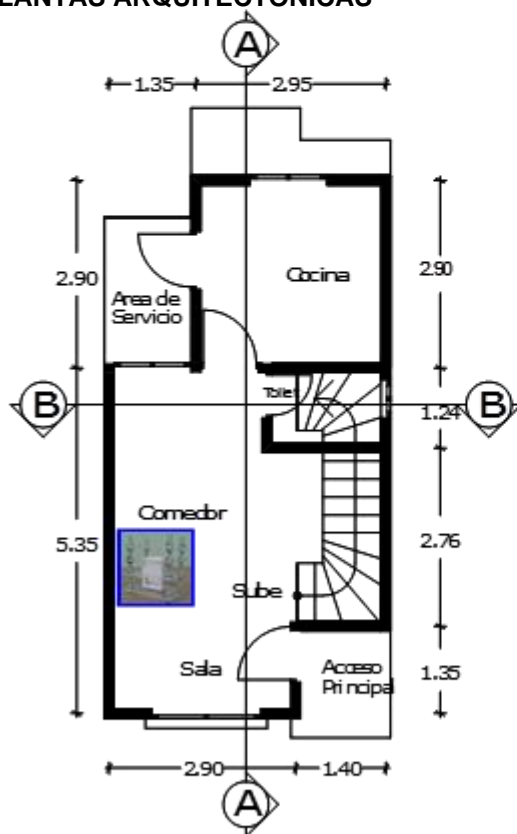
FACHADA PRINCIPAL



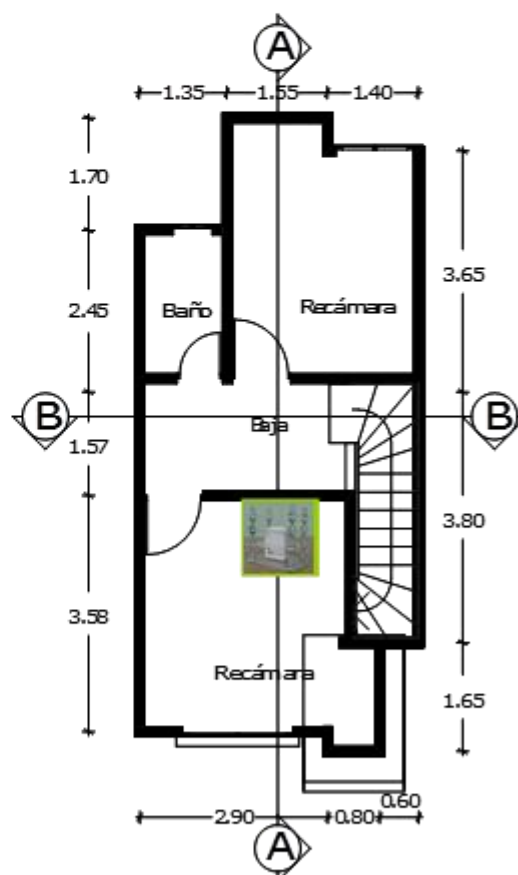
VISTA DE FACHADA



PLANTAS ARQUITECTÓNICAS



PLANTA BAJA



PLANTA ALTA

Selección de espacios para colocar los instrumentos de medición temperatura y humedad

Sala

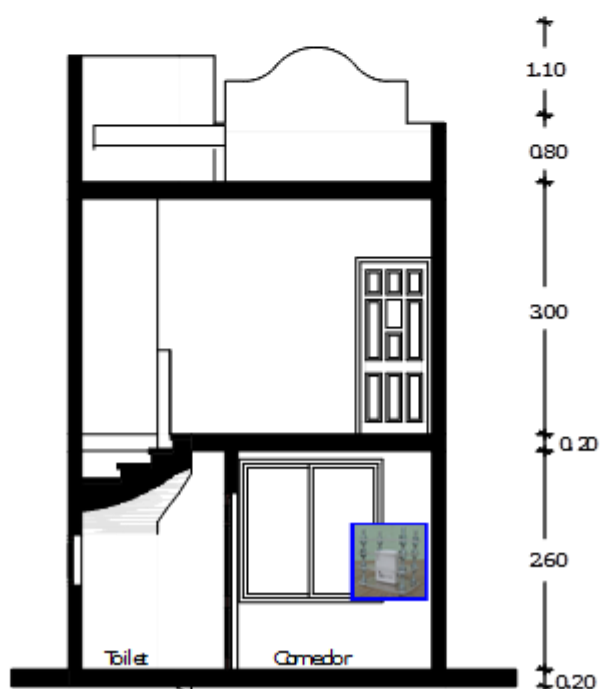


Recámara Principal

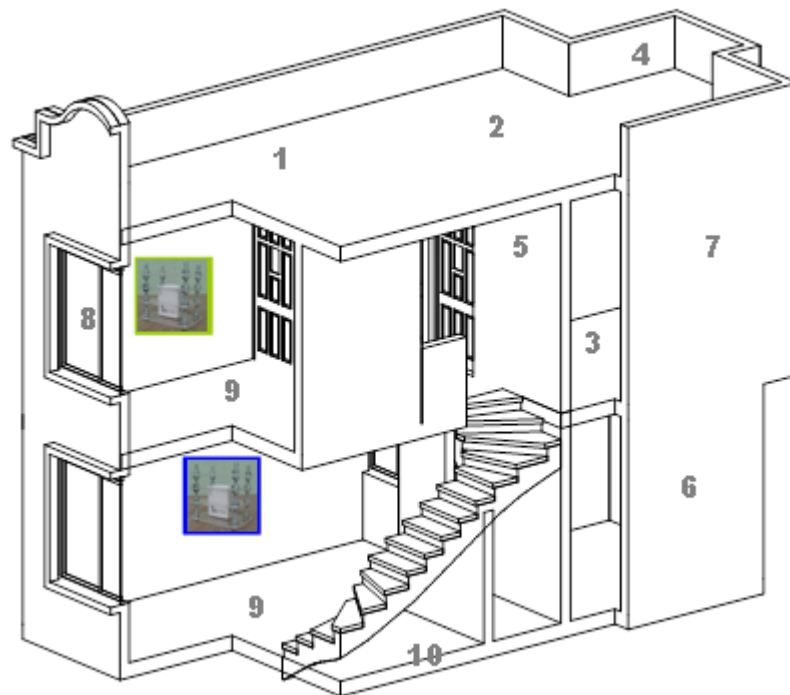


Hobo U10-003 data logger en el interior en la sala y recámara principal



**CORTES****CORTE A-A'****CORTE B-B'**

**Hobo U10-003 data logger en el interior de la sala y la recámara principal**

**ISOMÉTRICO**

**Hobo U10-003 data logger en el interior de la sala y la recámara principal**

**TECNOLOGÍA APLICADA**

| <b>N°</b> | <b>Solución Constructiva</b>   |
|-----------|--|
| <b>1</b>  | Impermeabilizante a base de resinas acrílicas y capas de fibra de vidrio |
| <b>2</b>  | Cubierta de azotea aligerado con vigueta y bovedilla                     |
| <b>3</b>  | Cubierta de entepiso aligerado con vigueta y bovedilla                   |
| <b>4</b>  | Pretiles de Bloque ligero de 0.15 x 0.20 x 0.40 m                        |
| <b>5</b>  | Aplanado interior de yeso  |
| <b>6</b>  | Muro de Bloque pesado de 0.15 x 0.20 x 0.40 m                            |
| <b>7</b>  | Aplanado exterior de cemento-arena proporción 1:5                        |
| <b>8</b>  | Cancelería de aluminio natural con acristalamiento de 6 mm               |
| <b>9</b>  | Pisos de loseta vitrificada  |
| <b>10</b> | Losa de cimentación de capa de hormigón                                  |
| <b>11</b> | Instalación hidráulica de tubería de P.V.C.                              |
| <b>12</b> | Instalación Sanitaria Tubería de Cobre                                   |

**Ubicación de los Hobo's U10-003, data loggers**

**Sala**  
**42.00 m<sup>3</sup>**  
**No climatizada**



**Recámara principal**  
**32.00 m<sup>3</sup>**  
**Climatizada**

**Análisis espacial de la vivienda**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Volumen total interior                   | <b>190.00 m<sup>3</sup></b> |
| Área de cubierta                         | <b>33.70 m<sup>2</sup></b>  |
| Área de la envolvente sin cubierta       | <b>179.20 m<sup>2</sup></b> |
| Área de aberturas en la envolvente       | <b>19.00 m<sup>2</sup></b>  |
| Porcentaje de aberturas en la envolvente | <b>10.00 %</b>              |

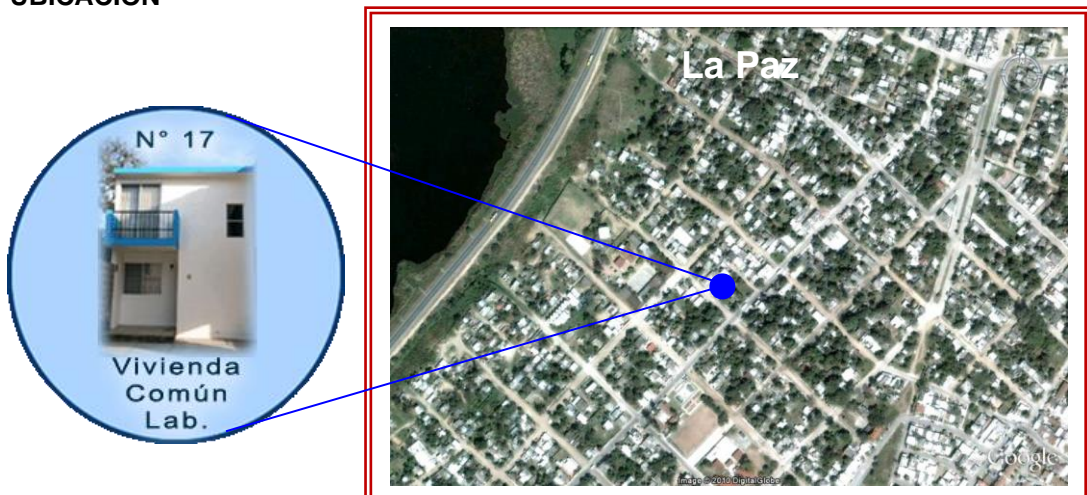


## Obtención de la muestra de investigación Vivienda común laboratorio

Ficha N° 11

Vivienda N° 17

### UBICACIÓN



### LOCALIZACIÓN

Municipio: Tampico  
 Estado: Tamaulipas  
 Colonia: La Paz  
 Calle y Número: Privada 5 de junio 611-D

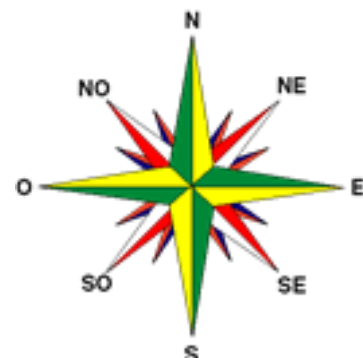
### ASPECTOS LEGALES

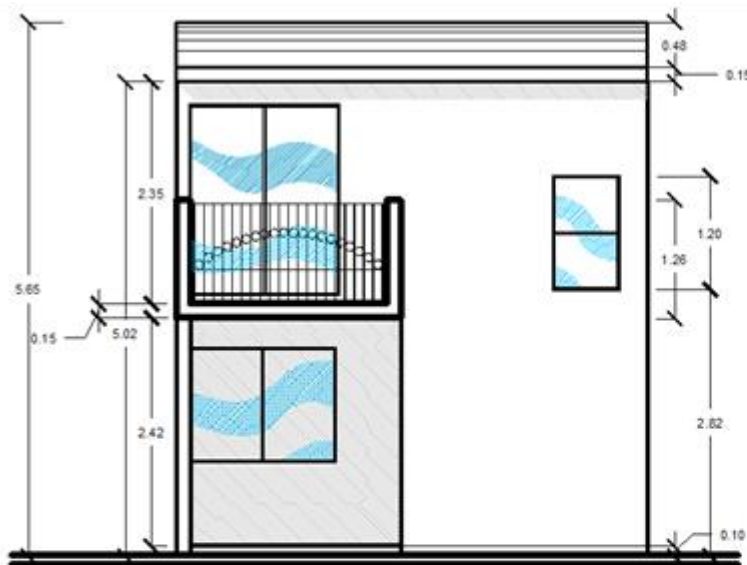
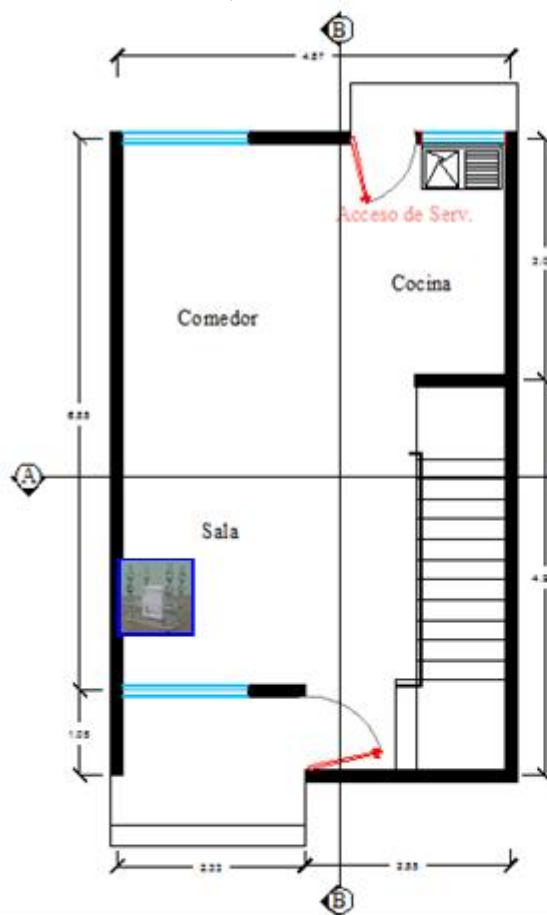
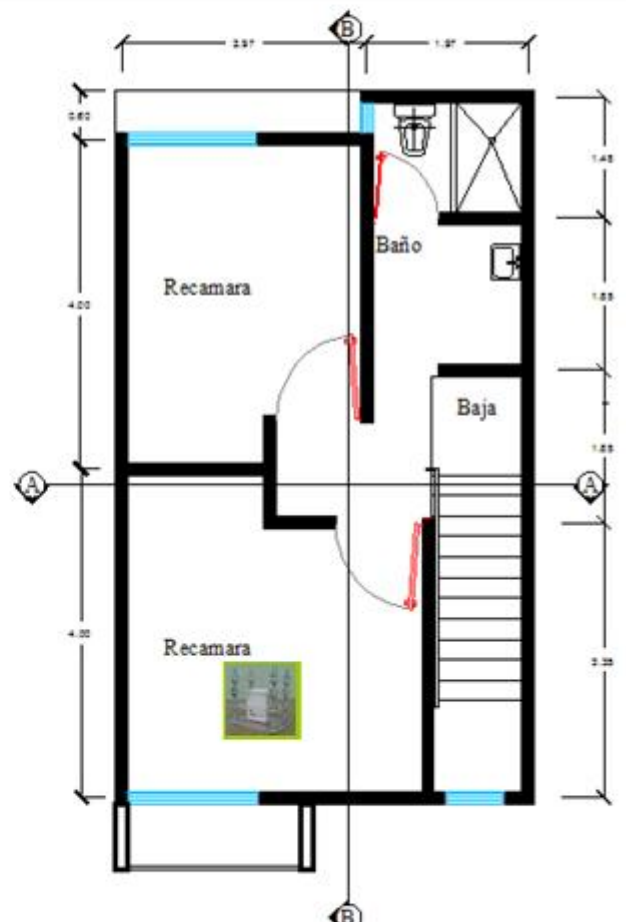
Régimen de propiedad: En condominio

### IDENTIFICACIÓN

Uso original: Vivienda independiente  
 Condición actual: Deshabitada  
 Año de construcción: 2001  
 Superficie del predio: 98.00 m<sup>2</sup>  
 Área construida: 87.82 m<sup>2</sup>  
 Tipología: Vivienda unifamiliar  
 Número de recamaras: 2  
 Climatización: Ninguna  
 Altura de niveles: 2.70 m  
 Color exterior: Beige y café claro  
 Color acabado cubierta: Blanco con vistas rojas

### ORIENTACIÓN



**FACHADA PRINCIPAL****VISTA DE FACHADA****PLANTAS ARQUITECTÓNICAS****PLANTA BAJA****PLANTA ALTA**

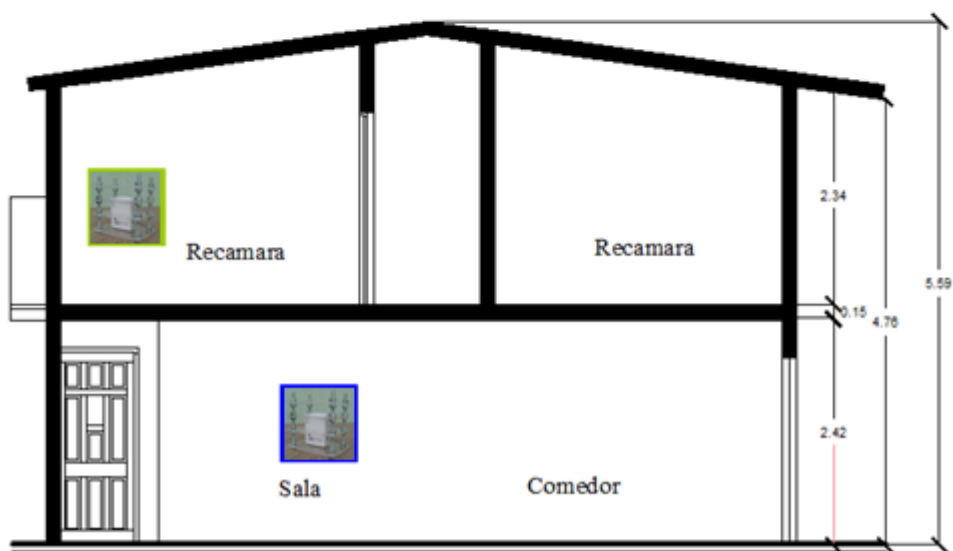
Selección de espacios para colocar los instrumentos de medición temperatura y humedad

**Sala**

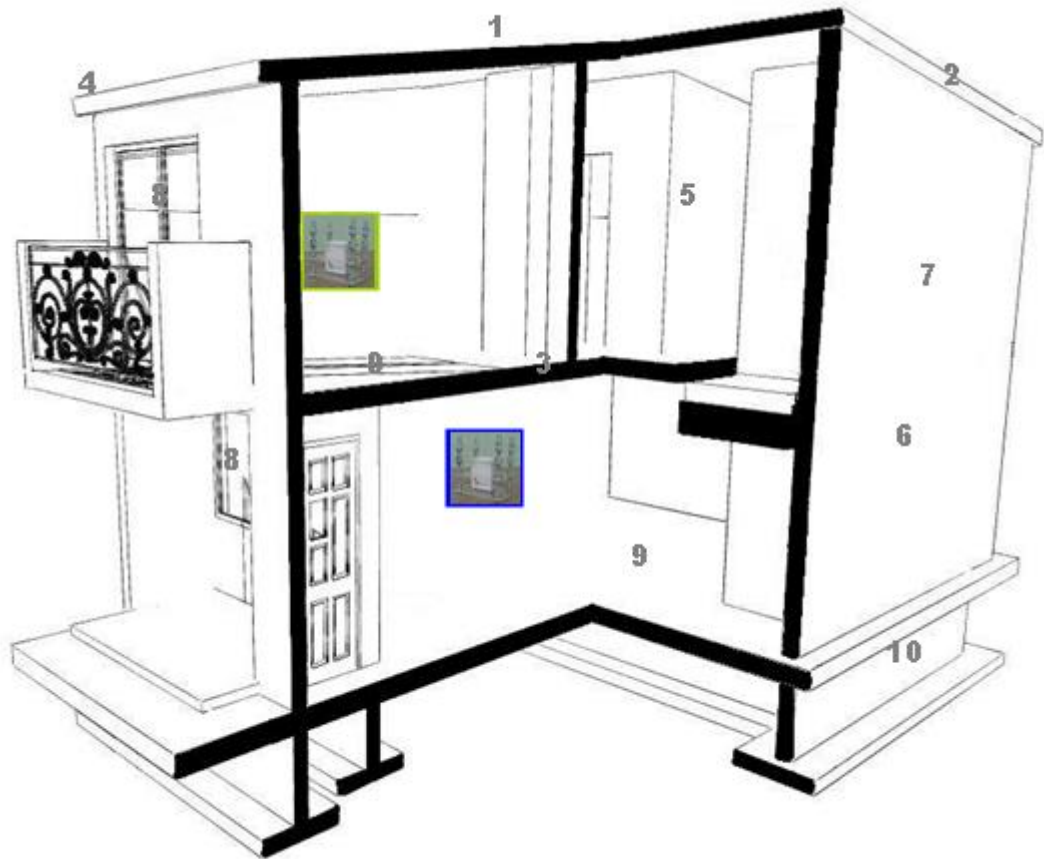


**Recámara Principal**



**CORTES****CORTE A-A'****CORTE B-B'**

**Hobo U10-003 data logger en el interior de la sala y la recámara principal**

**ISOMÉTRICO****TECNOLOGÍA APLICADA**

| <b>N°</b> | <b>Solución Constructiva</b>   |
|-----------|--|
| <b>1</b>  | Impermeabilizante a base de resinas acrílicas y capas de fibra de vidrio |
| <b>2</b>  | Cubierta de azotea aligerado con vigueta y bovedilla                     |
| <b>3</b>  | Cubierta de entrepiso aligerado con vigueta y bovedilla                  |
| <b>4</b>  | Pretiles de Bloque ligero de 0.15 x 0.20 x 0.40 m                        |
| <b>5</b>  | Aplanado interior de yeso  |
| <b>6</b>  | Muro de Bloque pesado de 0.15 x 0.20 x 0.40 m                            |
| <b>7</b>  | Aplanado exterior de cemento-arena proporción 1:5                        |
| <b>8</b>  | Cancelería de aluminio natural con acristalamiento de 6 mm               |
| <b>9</b>  | Pisos de loseta vitrificada  |
| <b>10</b> | Zapata corrida de hormigón   |
| <b>11</b> | Instalación hidráulica de tubería de P.V.C.                              |
| <b>12</b> | Instalación Sanitaria Tubería de Cobre                                   |

**Ubicación de los HOBO's U10-003, data loggers**

**Sala**  
**88.00 m<sup>3</sup>**  
**No climatizada**



**Recámara principal**  
**28.00 m<sup>3</sup>**  
**No climatizada**

**Análisis espacial de la vivienda**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| Volumen total interior                   | <b>192.00 m<sup>3</sup></b> |
| Área de cubierta                         | <b>40.00 m<sup>2</sup></b>  |
| Área de la envolvente sin cubierta       | <b>143.00 m<sup>2</sup></b> |
| Área de aberturas en la envolvente       | <b>19.00 m<sup>2</sup></b>  |
| Porcentaje de aberturas en la envolvente | <b>13.00 %</b>              |



# Anexo N° 4





Anexo N° 4  
**Sistemas constructivos de la vivienda común**

## Vivienda común de Tampico, México

### Cimientos

#### Cimentación de zapata corrida

- Preparación del terreno
- Trazo y nivelación
- Excavación de la cepa
- Nivelación a profundidad deseada
- Habilitado de acero
- Se calza el acero de zapata
- Vaciado de concreto monolítico
- Alineación y nivelación según peralte
- Planeo y nivelación final
- Fraguado y curado de hormigón



Imagen 1. Elaboración propia (septiembre 2014).

#### Rodapié, instalaciones y firme

- Secado de cimiento corrido
- Levantamiento de block pesado
- Nivelación y altura deseada
- Encofrado de castillos y cadenas
- Colado monolítico de hormigón
- Fraguado y curado de hormigón
- Retiro de cimbras
- Compactar y nivelar con relleno
- Colocación de instalaciones
- Colocado monolítico de hormigón de firme
- Fraguado y curado de hormigón firme
- Presentación y limpieza de instalaciones



Imagen 2. Elaboración propia (septiembre 2014).

## Losas de cimentación

### Losa con capa de concreto

- Preparación del terreno
- Trazo y nivelación
- Colocación y nivelación de frontera
- Colocación instalación hidrosanitarias
- Colocación de instalación eléctrica
- Habilitado del acero
- Plastificado contra humedad
- Vaciado monolítico de hormigón
- Fraguado y curado de hormigón
- Retiro de sobrante plastificado



Imagen 3. Elaboración propia (septiembre 2014).

### Losa de block doblelosa

- Preparación del terreno
- Trazo y nivelación
- Colocación y nivelación de frontera
- Colocación instalación hidrosanitarias
- Colocación de instalación eléctrica
- Habilitado del acero
- Vaciado monolítico de hormigón
- Fraguado y curado de hormigón



Imagen 4. Elaboración propia (septiembre 2014).

## Muros de block de hormigón pesado y ligero de 0.15 x 0.20 x 0.40 m

### Muros de planta baja y alta

- Levantamiento según plano oficial
- Plomeado y nivelado a mano
- Unido con mortero proporción 1:4
- Encofrado de castillos con madera
- Colado de castillos de hormigón
- Aberturas según plano oficial
- Desencofrado de castillos



### Cubiertas aligeradas de entrepiso y azotea

### Cubierta de casetón de poliestireno

- Encofrado y polines de madera
- Colocación de acero de refuerzo
- Colocación casetón de 0.40 x 0.40
- Colocación de instalaciones
- Colado monolítico de hormigón
- Planeado y nivelado a mano
- Fraguado y curado de hormigón





### Cubierta de vigueta y bovedilla

- Colocación de polines y travesaños
- Colocación de viguetas y bovedillas
- Colocación de instalaciones
- Colocado monolítico de hormigón
- Fraguado y curado del hormigón



Imagen 7. Elaboración propia (septiembre 2014).

### Cubierta con block doblelosa

- Preparación del terreno
- Trazo y nivelación
- Encofrado con polines de madera
- Colocación de frontera de madera
- Colocación instalación hidrosanitarias
- Colocación de instalación eléctrica
- Habilitado del acero
- Vaciado monolítico de hormigón
- Fraguado y curado de hormigón



Imagen 8. Elaboración propia (septiembre 2014).

### Escaleras de hormigón

- Trazo y nivelación
- Colocación de encofrado de madera
- Habilitado de acero hincado al muro
- Colado monolítico de hormigón
- Hechura de escalones con ladrillo
- Remate con mortero proporción 1:4
- Desencofrado



Imagen 9. Elaboración propia (septiembre 2014).

### Aplanados finales

#### Mortero cemento-arena en proporción 1:4

- Colocación de andamiaje
- Empleo reglas maestras de madera
- Mortero con llana a mano
- Pulido final
- Se blanquea con cal y pintura
- Aplicación final pintura o texturizado



Imagen 10 Elaboración propia (septiembre 2014)

### Adeblock

- Se retiran las impurezas del muro
- Se aplica sellador
- Directamente se aplica el Adeblock
- Tratamiento llana o talocha a mano
- Acabado fino, limpio y con color



**Imagen 11** Elaboración propia (septiembre 2014)

### Pisos

#### Vitropiso cerámico

- Se limpia el área
- Nivelación con regla
- Se presentan piezas antes del corte
- Se pega con pegazulejo.
- Limpieza final al secar
- Se pulen con aditivos y estopa.



**Imagen 12** Elaboración propia (septiembre 2014)



### Piso de cemento pulido

- Se limpia el área
- Mediante regla se nivela
- Se vacía concreto Proporción 1:5
- Se realiza junta con herramienta
- Se aplica cemento espolvoreado
- El acabado puede ser liso o rugoso



### Acabados Finales

- Los acabados dependen del usuario
- Balcón herrería, pintura, texturizado
- Acabado de instalaciones
- Impermeabilizantes



# Glosario



## GLOSARIO

**Aire.** Mezcla de gases que forma la atmósfera terrestre, sujetos alrededor de la Tierra por la fuerza de gravedad.

**Amplitud térmica.** Es la diferencia entre la temperatura del interior y exterior máxima y mínima de la vivienda.

**Brisa urbana.** Las diferencias de temperaturas urbano-rurales crean con frecuencia diferencias locales de presión que desencadenan el establecimiento de una brisa que, procedente del campo o las afueras, se dirige hacia la ciudad, donde en el centro urbano alimenta en superficie al tiro convectivo vertical que se produce sobre el mismo. La causa que lo origina es el calentamiento urbano.

**Cañón urbano.** Es la principal unidad del dosel urbano, que incluye el suelo, normalmente de una calle, entre dos edificios adyacentes y sus paredes; símil con el cañón geográfico, que designa un valle profundo entre dos laderas más o menos altas y escarpadas.

**Capa límite urbano.** Es la porción de la capa límite planetario donde las características climáticas están modificadas por la presencia de la ciudad en superficie. Esta capa límite urbano se extiende desde los tejados de los edificios hasta un nivel por debajo del cual los fenómenos locales o mesoescálicos están gobernados por la naturaleza de la superficie urbana.

**Clima.** Conjunto de las condiciones atmosféricas que caracterizan el estado medio de la atmósfera y su evolución en una zona determinada, a diferencia de lo que se conoce por tiempo o estado de la atmósfera en un lugar y un momento dado.

**Clima tropical.** Es un tipo de clima típico de los trópicos, se localiza entre 0° latitud, Ecuador y los 23° latitud Norte y Sur, hasta los trópicos de Cáncer y Capricornio respectivamente.

**Cubierta de la vivienda.** Es la techumbre, la cual tiene la función de aislar el interior y protegerlo contra las inclemencias del tiempo, como son la lluvia, el sol, el calor, el granizo, la nieve y el viento entre otros.

**Distribución de nodos.** Vienen a ser las intersecciones longitudinales y transversales de los transectos, realizados en las vialidades de la ciudad; se emplean para contrastar en esas esquinas viales o nodos las mediciones térmicas, con ellas se van uniando puntos de la misma medición o isotermas y acomodan las islas de calor.

**Dióxido de carbono.** También bióxido de carbono, óxido de carbono y anhídrido carbónico, es una molécula compuesta por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Su fórmula química es  $\text{CO}_2$ .

**Dosel urbano.** Es la capa de aire existente en la superficie, bajo el nivel que marca la altura correspondiente a los tejados de los edificios, de un modo muy similar a como se emplea el término dosel de árboles o de vegetación para señalar la capa de aire existente bajo la bóveda o cúpula que marcan las copas de los árboles más altos de un bosque.

**Escarpe, meseta y pico térmico.** Cuando se analiza con detalle un perfil térmico de una isla de calor es muy frecuente observar un tramo donde la temperatura aumenta notablemente en muy poca distancia, dibujándose un escalón en dicho perfil. Ese escalón que suele producirse en el límite o frontera entre el área rural o sin urbanizar y el área suburbana o con algún grado de urbanización es, precisamente, el escarpe del perfil de la isla de calor. Meseta térmica. Se emplea para designar ese sector que aparece en el perfil, sobre elevado, cubriendo de un modo bastante homogéneo una extensa superficie de la ciudad. Al aumento de la temperatura que puede ser mayor todavía, alcanzando un valor máximo en un punto localizado, situación que se advierte en el perfil con la forma de pico que dibuja la curva de temperatura.

**Evapotranspiración (ET).** Se emplea para designar aquel sector urbano con humedad relativa más baja que los alrededores.

**Factor de visión del cielo (FVC).** En el ámbito urbano alcanza valores pequeños, porque las características geométricas de las calles y de los edificios urbanos, así como los numerosos obstáculos existentes hacen que los ángulos de emisión de la radiación de onda larga nocturna a la atmósfera sean más reducidos que en el campo abierto o medio rural, donde existen menos obstrucciones y por tanto hay mayor superficie libre de cielo a la que pueda ser devuelta, sin ningún impedimento, la irradiación. Precisamente, este factor constituye una de las principales causas que contribuyen a la formación del fenómeno de la isla de calor.

**Gases de Efecto Invernadero (GEI).** Dióxido de carbono, Óxido nitroso y metano entre otros.

**HOBO U10-003 data logger.** Registrador de datos de Temperatura y Humedad Relativa, con 2.50% de precisión, con sensores integrados para ambientes en interiores. Este registrador es ideal para monitoreo en espacios de la vivienda.

**HOBO U23 Pro v2.** Registrador de datos para Temperatura/Humedad Relativa - U23-001, es para todo clima con sensores internamente contruidos para usos en ambientes exteriores.

**Humedad.** Es el vapor de agua contenido en el aire la que por lo general se expresa en porcentaje, se denomina humedad relativa por la relación de humedad que contiene el aire y la cantidad necesaria que satura éste a la misma temperatura.

**Inercia térmica (IT).** Capacidad que tiene un material para retrasar o disminuir la onda térmica del exterior que es transmitida por él mismo, al ambiente interior.

**Isla de calor (ICU).** Es la distribución espacial de la temperatura en la ciudad y sus alrededores mediante un mapa de isotermas, donde éstas presentan una disposición concéntrica, a modo de isla.

**Landsat Enhanced Thematic Mapper (ETM).** Es un satélite que se introdujo con cobertura visible, infrarrojo cercano, de onda corta, y con bandas espectrales del infrarrojo térmico del espectro electromagnético. El Proyecto de Landsat es una iniciativa conjunta de la US Geological Survey (USGS) y la Administración Aeronáutica y Espacial Nacional (NASA).

**Landsat Thematic Mapper (TM).** Es un satélite radiómetro de barrido multiespectral, con sensores que proporcionan cobertura casi continua.

**Mesoclima tropical.-** Se produce por el efecto de las brisas marinas, por la diferencia de calentamiento y enfriamiento que experimenta la tierra y las masas de agua del mar. Durante el día la mayor temperatura de la tierra da lugar a ascensiones del aire calentado que son rápidamente compensadas por la llegada de aire frío procedente del mar. Al anochecer hay un periodo de calma cuando las temperaturas se igualan. Durante la noche el mecanismo se revierte al estar el agua más caliente aunque la velocidad del viento suele ser menor debido a que las diferencias no son tan acusadas.

**Nodo de la traza urbana.** Punto de unión de varias vialidades, para contrastar valores térmicos en ese punto en específico, se realizan en sentido longitudinal y transversal, según transecto.

**Perfil Térmico.** Se trata de un verdadero corte térmico obtenido del seguimiento a través de una ruta bien definida y establecida con los valores térmicos de mediciones y no de un simple recorrido. El hecho de que se acostumbre a representar gráficamente dichos transectos en perfiles térmicos bien ilustrados, de los diferentes cortes o secciones de un área urbana y sus variaciones microclimáticas, avala la utilización urbana del microclima.

**PPM.** Partes por millón de emisión, se emplea en el presente trabajo para el CO<sub>2</sub>.

**Sistema de Información geográfica. (SIG)** Sistema capaz de integrar, almacenar, editar, compartir y mostrar la información geográficamente referenciada.

**Software ENVI-met.** Simula la evolución temporal de varios parámetros de la termodinámica en un rango de micro-escala.

**ST.** Superficie Terrestre.

**TMR.** Temperatura Media Radiante.

**Transecto.** Proporciona una idea muy precisa acerca de esta técnica empleada usualmente en el estudio de los climas urbanos y que consiste en la toma de medidas de valores térmicos de T y HR a lo largo de un recorrido o ruta previamente establecida.

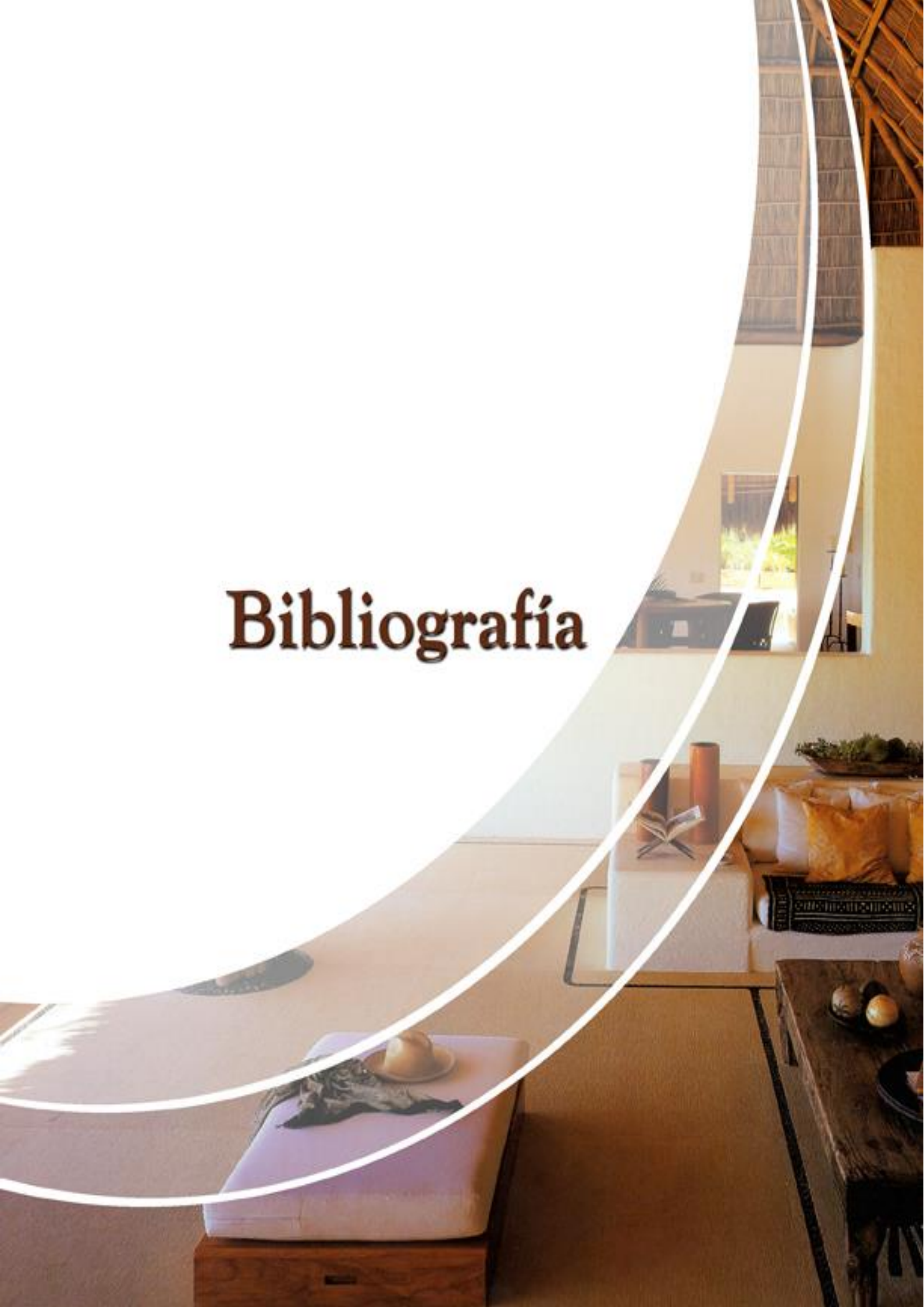
**TRNSYS.** Es un software basado gráficamente, es extremadamente flexible que se emplea para simular el comportamiento de sistemas transitorios. Se centra en la evaluación de energía térmica.

**Vivienda común.** Vivienda construida con materiales industrializados o prefabricados, consta de sala-comedor, cocina, 2 recámaras, y 1 ½ baños. Dos niveles, y con un área de 49.00 hasta 100.00 M<sup>2</sup> construcción.

**Vivienda tradicional.** Es la vivienda sembrada o localizada en la zona centro, dentro del primer o segundo cuadro de la ciudad, se construye con materiales naturales que se encuentran al alcance de la edificación, varía en dimensiones de construcción y se distingue por ser de un solo nivel.



# Bibliografía





## BIBLIOGRAFÍA

1. **Adrian**, Chong Zhun Min; **Hien**, Wong Nyuk; **Marcel**, Ignatius; **Kardinal**, Jusuf Steve. (2013). "Predicting the envelope performance of commercial office buildings in Singapore". *Energy and Buildings*. Volumen: 66. 66-76.
2. **Allegrini**, Jonas; **Dorer**, Viktor; **Carmeliet**, Jan. (2012). "Influence of the urban microclimate in street canyons on the energy demand for space cooling and heating of buildings". *Energy and Buildings*. Volumen: 55. 823-832.
3. **Ambrosini**, Dario; **Galli**, Giorgio; **Mancini**, Biagio; **Nardi**, Iole; **Sfarra**, Stefano. (2014). "Evaluating Mitigation Effects of Urban Heat Islands in a Historical Small Center with the ENVI-Met (R) Climate Model". *Sustainability*. Volumen: 6. 7013-7029.
4. **Anlauff**, Eva; **Meinhold**, Uwe; **Wagner**, Moritz; **Wenzel**, Urs. (2013). "The energy optimised renovation of Nuremberg City Library: Designing for energy and climate using hygrothermal building simulation". *Bauphysik*. Volumen: 35. 266-279.
5. **ANSI-ASHRAE 55-1992**: (1992). "Thermal environmental conditions for human occupancy". Atlanta, E.U.A.
6. **ANSI-ASHRAE, 55**. (2004). "Thermal environmental conditions for human occupancy". Atlanta, E.U.A.
7. **Anniballe**, Roberta; **Bonafoni**, Stefania; **Pichierri**, Manuele. (2014). "Spatial and temporal trends of the surface and air heat island over Milan using MODIS data". *Remote Sensing of Environment*. Volumen: 150. 163-171.
8. **ASHRAE**. (2001). "Handbook fundamentals". Atlanta, E.U.A.
9. **Auliciems**, A. (1997). "Human Bioclimatology". Springer.
10. **Auliciems**, A. y **Szokolay**, S. (1997). "Thermal comfort. Notes of passive and low energy architecture international", en Brisbane, núm. 3, plea-university of Queensland.
11. **Auliciems**, A. (1981). "Towards a psycho-physiological model of thermal perception", en *Int J of Biometeorology*. Volumen: 25. 109-122

12. **Berger**, Tania; **Amann**, Christof; **Formayer**, Herbert; **Korjenic**, Azra; **Pospichal**, Bernhard; **Neururer**, Christoph; **Smutny**, Roman. (2014). "Impacts of urban location and climate change upon energy demand of office buildings in Vienna, Austria". *Building and Environment*. Volumen: 81. 258-269.
13. **Brager**, G. y **De Dear**, R. (1998). "Thermal adaptation in the built environment: a literature review", en *Energy and Buildings*. Número 27. 83-96.
14. **Brager**, G. y **De Dear**, R. (2001). "Climate, comfort & natural ventilation: a new adaptive comfort standard for ASHRAE standard 55", en *Moving Thermal Comfort Standards into the 21st Century, Conference Proceedings*. Cumberland lodge, Windsor, UK. 60-77.
15. **Brager**, G. y **De Dear**, R. (2002). "Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE standard 55", en *Energy and Buildings*. Volumen: 34, 6. 549-561.
16. **Brager**, G. y **De Dear**, R. (2003). "Historical and cultural influences on comfort expectations", en Ch. 11 Cole, r. y lurch, r. (Eds.). *Buildings, Culture and Environment: Informing Local and Global Practices*, Blackwell: London. 177-201.
17. **Brager**, G., **Paliaga**, G. y **De Dear**, R. J. (2004). "Operable Windows, personal control and occupant comfort", en *ASHRAE Trans*. Volumen: 110 (2). 17-35.
18. **Brown**, G.Z. and **Dekay**, Mark. (2000). "Sun, wind & light". John Wiley & Sons, Inc. Second edition. New York, New York. United States of America.
19. **Buyadi**, Siti nor Afzan; **Mohd**, Wan Mohd Naim Wan; **Misni**, Alamah. (2013). "Green Spaces Growth Impact on the Urban Microclimate". *Asia Pacific International Conference on Environment-Behaviour Studies (AicE-Bs 2013)* London. Volumen: 105. 547-557.
20. **CONAGUA**. (2015, 10 de enero). "Climatología de Tampico, México". Comisión Nacional del Agua. Servicio Meteorológico Nacional. Recuperado de <http://smn.cna.gob.mx>
21. **Coseo**, Paul; **Larsen**, Larissa. (2014). "How factors of land use/land cover, building configuration, and adjacent heat sources and sinks explain Urban Heat Islands in Chicago". *Landscape and Urban Planning*. Volumen: 125. 117-129.
22. **Cotana**, Franco; **Rossi**, Federico; **Filipponi**, Mirko; **Coccia**, Valentina; **Pisello**, Anna Laura; **Bonamente**, Emanuele; **Petrozzi**, Alessandro; **Cavalaglio**, Gianluca. (2014). "Albedo control as an effective strategy to tackle Global Warming: A case study". *Applied Energy*. Volumen: 130. 641-647.

23. **Chávez** Del Valle, Francisco Javier. (2002). "Zona variable de confort térmico". Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, España.
24. **Chen**, Hong; **Ooka**, Ryozi; **Huang**, Hong; **Tsuchiya**, Takashi. (2009). "Study on mitigation measures for outdoor thermal environment on present urban blocks in Tokyo using coupled simulation". Building and Environment. Volumen: 44. 2290-2299.
25. **Daintith**, John. (2001). "Diccionario de Biología". Grupo Editorial Norma. México.
26. **Diario Oficial de la Unión Europea**. (2010). "Edificios de consumo de energía casi nulo". Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo. Estrasburgo, Francia.
27. **Dimoudi**, A; **Kantzioura**, A; **Zoras**, S; **Pallas**, C; **Kosmopoulos**, P. (2013). "Investigation of urban microclimate parameters in an urban center". Energy and Buildings. Volumen: 64. 1-9.
28. **Dos Santos**, Taciana O.; **Moura**, Geber B. de A.; **Da Silva**, Bernardo B.; **De Oliveira**, Leidjane M. M.; **Machado**, Celia C. C. (2013). "Influence of urbanization on land surface temperature in Recife city". Engenharia Agrícola. Volumen: 33. 1234-1244.
29. **Emmanuel R**, Johansson E. (2006). "Influence of urban morphology and sea breeze on hot humid microclimate: the case of Colombo, Sri Lanka". Climate Research. Volumen: 30. 189-200.
30. **Fahmy** M, Sharples S. (2009). "On the development of an urban passive thermal comfort system in Cairo, Egypt". Building and Environment. Volumen: 44. 1907-1916.
31. **Feng**, Huihui; **Zhao**, Xiaofeng; **Chen**, Feng; **Wu**, Lichun. (2014). "Using land use change trajectories to quantify the effects of urbanization on urban heat island". Advances in Space Research. Volumen: 53. 463-473.
32. **Feyisa**, Gudina Legese; **Dons**, Klaus; **Meilby**, Henrik. (2014). "Efficiency of parks in mitigating urban heat island effect: An example from Addis Ababa". Landscape and Urban Planning. Volumen: 123. 87-95.
33. **Filippi**, M. y **Piccablotto**. (1996). "Methods and tools for comfort design". Proceedings of the International Conference on Energy and Environment Towards de year 2000. Ed. McGraw-Hill. EE UU.

34. **Futcher**, Julie Ann; **Kershaw**, Tristan; **Mills**, Gerald. (2013). "Urban form and function as building performance parameters". *Building and Environment*. Volumen: 62. 112-123.
35. **Gaite**, Arnoldo. (2003). "Diseño y región, arquitectura apropiada". La arquitectura como instrumento biológico. Editorial Nobuko. 1ª reimpresión. Buenos Aires, Argentina.
36. **Gago**, EJ; **Roldan**, J; **Pacheco-Torres**, R; **Ordoñez**, J. (2013). "The city and urban heat islands: A review of strategies to mitigate adverse effects". *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. Volumen: 25. 749-758.
37. **Giannaros**, T. M.; **Melas**, D.; **Daglis**, I. A.; **Keramitsoglou**, I. (2014). "Development of an operational modeling system for urban heat islands: an application to Athens, Greece". *Natural Hazards and Earth System Sciences*. Volumen: 14. 347-358.
38. **Givoni**, Baruch. (1998). "Climate considerations in building and urban desing". John Wiley & Sons, Inc. New York, New York. United States of America.
39. **Goldberg**, Valeri; **Kurbjuhn**, Cornelia; **Bernhofer**, Christian. (2013). "How relevant is urban planning for the thermal comfort of pedestrians? Numerical case studies in two districts of the City of Dresden (Saxony/Germany)". *Meteorologische Zeitschrift*. Volumen: 22. 739-751.
40. **González Licon**, Héctor. (2013). "Vivienda tradicional en la región purépecha. Adecuación al medio ambiente, espacios y configuración formal". Unpublished Doctorado, Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura.
41. **Griffiths**, R.C. (1991). "The two-locus ancestral graph. In: Basawa" I.V. and Taylor, R.L. (Eds.), *Selected Proceedings of the Symposium on Applied Probability*, Sheffield, 1989. IMS Lecture Notes - Monograph Series, Volume: 18. Institute of Mathematical Statistics, Hayward, California. 100-117.
42. **Grimme**, F.W.; and **Laar**, M., (2005). "Solar Radiation and orientation as a key information for bioclimatic design". Recuperado de <http://www.tt.fhkoeln.de/publications/>
43. **Hatuka**, Tali; **Saaroni**, Hadas. (2013). "Resilience of Outdoor Spaces in an Era of Climate Change: The Problem of Developing Countries". *Sustainability*. Volumen: 5. 90-99.
44. **Hedquist**, Brent C.; **Brazel**, Anthony J. (2014). "Seasonal variability of temperatures and outdoor human comfort in Phoenix, Arizona, USA". *Building and Environment*. Volumen: 72. 377-388.

45. **Ho**, Hung Chak; **Knudby**, Anders; **Sirovyak**, Paul; **Xu**, Yongming; **Hodul**, Matus; **Henderson**, Sarah B. (2014). "Mapping maximum urban air temperature on hot summer days". *Remote Sensing of Environment*. Volumen: 154. 38-45.
46. **Hubbart**, Jason A.; **Kellner**, Elliott; **Hooper**, Lynne; **Lupo**, Anthony R.; **Market**, Patrick S.; **Guinan**, Patrick E.; **Stephan**, Kirsten; **Fox**, Neil I.; **Svoma**, Bohumil M. (2014). "Localized Climate and Surface Energy Flux Alterations across an Urban Gradient in the Central US". *Energies*. Volumen: 7. 1770-1791.
47. **Humphreys**, M.A. (1997). "Thermal comfort". *Notes passive and low energy architecture international*. Queensland.
48. **Humphreys**, M. A. and **Nicol**, F. (2001). "The validity of ISO-PMV for predicting comfort votes in every-day thermal environments". *Proceedings of Moving Thermal Comfort Standards Into the 21st Century*. Windsor - UK.
49. **ISO**, International Organization for Standardization. (2005). ISO 7730:2005 (E) "Ergonomics of the thermal environment-analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria". Ginebra: Edición de Autor.
50. **Jacobo**, Guillermo J. & **Vedoya**, Daniel E. (2006). "Optimización energética de la edificación arquitectónica". *Situación tecnológica y situación energética. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la UNNE-2002*, Resistencia, Argentina.
51. **Jos G.J.** Olivier; **Greet**, Janssens-Maenhout; **Marilena**, Muntean; **Jeroen A.H.W.**, Peters. (2013). "Tendencias en las emisiones globales de CO<sub>2</sub>: Reporte 2013". Agencia de Evaluación Ambiental de los Países Bajos. La Haya. ISBN: 978-94-91506-51-2. Número de publicación PBL: 1148. Número CCI Nota técnica: JRC83593. Número EUR: EUR 26,098 ES.
52. **Kolaitis**, Dionysios I. et al. (2013). "Comparative assessment of internal and external thermal insulation systems for energy efficient retrofitting of residential buildings". *Energy and Buildings*. Volumen: 64. 123-131.
53. **Krüeger**, E. L.; **Minella**, F. O.; **Matzarakis**, A. (2014). "Comparison of different methods of estimating the mean radiant temperature in outdoor thermal comfort studies". *International Journal of Biometeorology*. Volumen: 58. 1727-1737.
54. **Kuttler**, W. (2010). "Urban climate". *Gefahrstoffe Reinhaltung Der Luft*. Volumen: 70. 329-340.
55. **Lacomba**, Ruth. (2012). "Las casas vivas. Proyectos de arquitectura sustentable". Editorial Trillas. México, Distrito Federal. México.

56. **Lechner**, Norbert. (2001). "Heating, cooling, lighting". Desing methods for architects. John Wiley & Sons, Inc. Second edition. New York, New York. United States of America.
57. **Lee**, Jong Soo; **Kim**, Jeong Tai; **Lee**, Myung Gi. (2014). "Mitigation of urban heat island effect and green roofs". Indoor and Built Environment. Volumen: 23. 62-69.
58. **Lee**, Sungwon; **Lee**, Bumsoo. (2014). "The influence of urban form on GHG emissions in the US household sector". Energy Policy. Volumen: 68. 534-549.
59. **Lenzholzer**, Sanda; **Brown**, Robert D. (2013). "Climate-responsive landscape architecture design education". Journal of Cleaner Production. Volumen: 61. 89-99.
60. **Li**, Canbing; **Zhou**, Jinju; **Cao**, Yijia; **Zhong**, Jin; **Liu**, Yu; **Kang**, Chongqing; **Tan**, Yi. (2014). "Interaction between urban microclimate and electric air-conditioning energy consumption during high temperature season". Applied Energy. Volumen: 117. 149-156.
61. **Li**, Yanling; **Babcock**, Roger W., Jr. (2014). "Green roofs against pollution and climate change. A review". Agronomy for Sustainable Development. Volumen: 34. 695-705.
62. **Manríquez Campos**, Rosalía. (2003). "La arquitectura tradicional como referencia para el diseño bioclimático". Caso de estudio: Tecozauatla, Hidalgo., Universidad Autónoma Metropolitana. México, Distrito Federal, México.
63. **Middel**, Ariane; **Haeb**, Kathrin; **Brazel**, Anthony J.; **Martin**, Chris A.; **Guhathakurta**, Subhrajit.. (2014). "Impact of urban form and design on mid-afternoon microclimate in Phoenix Local Climate Zones". Landscape and Urban Planning. Volumen: 122. 16-28.
64. **Millward**, Andrew A.; **Torchia**, Melissa; **Laursen**, Andrew E.; **Rothman**, Lorne D. (2014). "Vegetation Placement for Summer Built Surface Temperature Moderation in an Urban Microclimate". Environmental Management. Volumen: 53. 1043-1057.
65. **Morillón Gálvez**, David. (2013). "Sistemas pasivos de climatización". Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco. México.
66. **Neila González**, F. Javier. (2004). "Arquitectura bioclimática". En un entorno sostenible. Arquitectura y Tecnología. Editorial Munilla-Leíra. Madrid, España.
67. **Nicol**, Fergus. (1996). "International standards don't fit tropical buildings: what can we do AbolIt It?" Conferencia internacional sobre confort y comportamiento térmico de UK.

68. **Nicol, F.; Humphreys, M. A.** (2002). "The Validity of ISO-PMV for Predicting Comfort Votes in Everyday Thermal Environments". *Energy and Buildings*, Lausanne. Volumen: 34. 667-684.
69. **NOAA** U.S. National Oceanic and Atmospheric. (2015 16, enero). "2014 The Hottest Ever Year – Another call to Immediate Climate Action". Recuperado de: <http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/summary-info/global/2014/12>
70. **Ochoa, J. Manuel; Marincic, Irene.** (2003). "Características del material vegetal útiles en el diseño microclimático del paisaje urbano". ENCAC-COTEDI 2003. VII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído Curitiba - PR, Brasil.
71. **Oke, T.R.** (1976). "Boundary layer climates". London, Methuen.
72. **Oke, T. R.** (2006). "Towards better scientific communication in urban climate". *Theoretical and Applied Climatology*. Volumen: 84. 179-190.
73. **Olgyay, Víctor.** (2004). "Arquitectura y clima". Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Editorial Gustavo Gili, S.A. Tercera tirada. Barcelona, España.
74. **Ouldboukhitine, Salah-Eddine; Belarbi, Rafik; Sailor, David J.** (2014). "Experimental and numerical investigation of urban street canyons to evaluate the impact of green roof inside and outside buildings". *Applied Energy*. Volumen: 114. 273-282.
75. **Papparelli, Alberto; Kurbán, Alejandra; Cúnsulo, Mario.** (2011). "Isla de calor y ocupación espacial urbana en San Juan, Argentina: análisis evolutivo". *Cuaderno de vivienda y urbanismo*. Volumen: 4. 110-120.
76. **Pathirana, Assela; Deneke, Hailu B.; Veerbeek, William; Zevenbergen, Chris; Banda, Allan T.** (2014). "Impact of urban growth-driven landuse change on microclimate and extreme precipitation - A sensitivity study". *Atmospheric Research*. Volumen: 138. 59-72.
77. **Peña Barrera, Leticia.** (2007). "Evaluación de las condiciones de habitabilidad de la vivienda económica en Ciudad Juárez, Chihuahua. Tesis Doctoral. Facultad de Arquitectura. Universidad de Colima, México.
78. **Perini, Katia; Magliocco, Adriano.** (2014). "Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort". *Urban Forestry & Urban Greening*. Volumen: 13. 495-506.
79. **Planeta Vivo.** (2015, 18 enero). "Constantes vitales en tiempo real". *Energía*. Recuperado de <http://www.planeta-vivo.com/energia/el-hemisferio-norte-se-ahoga-en-co2/>

80. **Qin**, Zhong; **Li**, Zhandong; **Cheng**, Fangyun; **Chen**, Jianfang; **Liang**, Bing. (2014). "Influence of canopy structural characteristics on cooling and humidifying effects of *Populus tomentosa* community on calm sunny summer days". *Landscape and Urban Planning*. Volumen: 127. 75-82.
81. **Radhi**, Hassan; **Sharples**, Stephen. (2013). "Quantifying the domestic electricity consumption for air-conditioning due to urban heat islands in hot arid regions". *Applied Energy*. Volumen: 112. 371-380.
82. **Ramaswami**, Anu; **Weible**, Christopher; **Main**, Deborah; **Heikkila**, Tanya; Siddiki, Saba; **Duvall**, Andrew; **Pattison**, Andrew; **Bernard**, Meghan. (2012). "A Social-Ecological-Infrastructural Systems Framework for Interdisciplinary Study of Sustainable City Systems an Integrative Curriculum across Seven Major Disciplines". *Journal of Industrial Ecology*. Volumen: 16. 801-813.
83. **Rodríguez J**, Gabriel. (2002). "Temperatura de confort". BIT. México, Distrito Federal. México.
84. **Rodríguez Viqueira**, Manuel; **Figuerola Castrejón**, Aníbal; **Fuentes Freixanet**, Víctor; **Castorena Espinosa**, Gloria; **Huerta Velázquez**, Verónica; **García Chávez**, José Roberto; **Rodríguez Manzo**, Fausto; **Guerrero Baca**, Luis Fernando. (2002). "Introducción a la arquitectura bioclimática". Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores. México, Distrito Federal. México.
85. **Roriz**, Mauricio. (2003). "Flutuações horárias dos limites de conforto térmico: Uma hipótese de modelo adaptativo". ENCAC-COTEDI, VII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído Curitiba - PR, Brasil.
86. **Runnalls**, KE; **Oke**, TR. (2006). "A technique to detect microclimatic inhomogeneities in historical records of screen-level air temperature". *Journal of Climate*. Volumen: 19. 959-978.
87. **Sánchez Gómez**, María Del Pilar. (1998). "Proyección histórica de Tampico". Monografía. Instituto de Investigaciones Históricas. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Segunda Edición. Ciudad Victoria, Tamaulipas. México.
88. **Sánchez González**, Diego (2011). "Precipitaciones extremas y sus implicaciones en procesos de remoción en masa en la planificación urbana de Tampico, México". *Cuadernos Geográficos*, N° 48, Abril-Septiembre, pp. 135-159.
89. **Shahrestani**, Mehdi; **Yao**, Runming; **Luo**, Zhiwen; **Turkbeyler**, Erdal; **Davies**, Hywel. (2015). "A field study of urban microclimates in London". *Renewable Energy*. Volumen: 73. 3-9.



90. **Simancas** Yovane, Katia Carolina. (2003). "Reacondicionamiento bioclimático de viviendas de segunda residencia en clima mediterráneo". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. Barcelona, España.
91. **Singh**, Ram Babu; **Grover**, Aakriti; **Zhan**, Jinyan. (2014). "Inter-Seasonal Variations of Surface Temperature in the Urbanized Environment of Delhi Using Landsat Thermal Data". *Energies*. Volumen: 7. 1811-1828.
92. **Sodoudi**, Sahar; **Shahmohamadi**, Parisa; **Vollack**, Ken; **Cubasch**, Ulrich; **Che-Ani**, A. I. (2014). "Mitigating the Urban Heat Island Effect in Megacity Tehran". *Advances in Meteorology*. DOI: 10.1155/2014/547974.
93. **Staines** Orozco, Elidé. (2007). "Opciones de adecuación al clima". Editorial Cigome. S.A. de C.V. Toluca, Estado de México. México.
94. **Stewart**, Iain D.; **Oke**, T. R.; **Krayenhoff**, E. Scott. (2014). "Evaluation of the 'local climate zone' scheme using temperature observations and model simulations". *International Journal of Climatology*. Volumen: 34. 1062-1080.
95. **Szokolay**, Steven V. (2008). "Introduction to Architectural Science. The basis of sustainable design". Second edition. Architectural Press. Elsevier.
96. **Taleb**, Dana; **Abu-Hijleh**, Bassam. (2013). "Urban heat islands: Potential effect of organic and structured urban configurations on temperature variations in Dubai, UAE". *Renewable Energy*. Volumen: 50. 747-762.
97. **Taleghani**, Mohammad; **Tenpierik**, Martin; **Van Den Dobbelen**, Andy; **Sailor**, David J. (2014). "Heat mitigation strategies in winter and summer: Field measurements in temperate climates". *Building and Environment*. Volumen: 81. 309-319.
98. **Taylor**, J.; **Davies**, M; **Mavrogianni**, A; **Chalabi**, Z; **Biddulph**, P; **Oikonomou**, E; **Das**, P; **Jones**, B. (2014). "The relative importance of input weather data for indoor overheating risk assessment in dwellings". *Building and Environment*. Volumen: 76. 81-91.
99. **The Economist**. (2015, 04 de febrero). "la urbanización en el mundo entre 1050 y 1930. Organización de las Naciones Unidas. Recuperado de <http://www.economist.com/node/21642053?fsrc=scn/tw/te/dc/ed/brightlightsbigcities>
100. **Tsitoura**, Marianna; **Tsoutsos**, Theocharis; **Daras**, Tryfon. (2014). "Evaluation of comfort conditions in urban open spaces. Application in the island of Crete". *Energy Conversion and Management*. Volumen: 86. 250-258.

101. **Unger**, Janos; **Savic**, Stevan; **Gal**, Tamas. (2011). "Modelización del patrón anual media de la isla de calor urbano por la planificación del clima urbano de la red de estaciones". *Advances in Meteorology*. DOI: 10.1155/2011/398613.
102. **Vaccari**, Francesco Primo; **Gioli**, Beniamino; **toscano**, Piero; **Perrone**, Camilla. (2013). "Carbon dioxide balance assessment of the city of Florence (Italy), and implications for urban planning". *Landscape and Urban Planning*. Volumen: 120. 138-146.
103. **Varela** Alonso, Leopoldo. (2006). "Costos por metro cuadrado de construcción". Vol. II. Consultores de Ingeniería de Costos. Intercost, S.A. de C.V. México Distrito Federal. México.
104. **Varela** Ferrer, María del Mar. (2003). "El patio como regulador bioclimático dentro de la vivienda tradicional en la ciudad de Guadalajara, Jalisco". Tesis de Maestría. Facultad de Arquitectura. Universidad de Colima.
105. **Wang**, Yupeng; **Akbari**, Hashem. (2014). "Effect of Sky View Factor on Outdoor Temperature and Comfort in Montreal". *Environmental Engineering Science*. Volumen: 31. 272-287.
106. **Watson**, Donald & **Labs**, Kenneth. (1983). "Climatic building design". Energy-efficient building principles and practice. McGraw Hill, Inc. New York, New York. United States of America.
107. **Wong**, Nyuk Hien; **Jusuf**, Steve Kardinal; **Tan**, Chun Liang. (2011). "Integrated urban microclimate assessment method as a sustainable urban development and urban design tool". *Landscape and Urban Planning*. Volumen: 100. 386-389.
108. **Xie**, Miaomiao; **Wang**, Yanglin; **Fu**, Meichen; **Zhang**, Dingxuan. (2013). "Pattern dynamics of thermal-environment effect during urbanization: A case study in Shenzhen City, China". *Chinese Geographical Science*. Volumen: 23. 101-112.
109. **Yamaguchi**, Yohei; **Shimoda**, Yoshiyuki. (2010). "District-scale simulation for multi-purpose evaluation of urban energy systems". *Journal of Building Performance Simulation*. Volumen: 3. 289-305.
110. **Zhu**, Shanyou; **Guan**, Huade; **Bennett**, John; **Clay**, Roger; **Ewenz**, Caecilia; **Benger**, Simon; **Maghrabi**, Abdullrahman; **Millington**, Andrew C. (2013). "Influence of sky temperature distribution on sky view factor and its applications in urban heat island". *International Journal of Climatology*. Volumen: 33. 1837-1843.